

Dieter Krallmann / Gerhard Stickel (Hrsgg.)

Zur Theorie der Frage

**FORSCHUNGSBERICHTE DES
INSTITUTS FÜR DEUTSCHE SPRACHE
MANNHEIM**

herausgegeben von
Gerhard Stickel und Gisela Zifonun
Schriftleitung: Eva Teubert

Band 52

DIETER KRALLMANN/GERHARD STICKEL
(Hrsgg.)

Zur Theorie der Frage

Vorträge des Bad Homburger Kolloquiums,
13.—15. November 1978



Gunter Narr Verlag Tübingen

CIP-Kurztitelaufnahme der Deutschen Bibliothek

Zur Theorie der Frage: Vorträge d. Bad Homburger Kolloquiums, 13.—15. November 1978/Dieter Krallmann; Gerhard Stickel (Hrsg.). — Tübingen: Narr, 1981.

(Forschungsberichte des Instituts für Deutsche Sprache Mannheim; Bd. 52)

ISBN 3 - 87808 - 652 - 0

NE: Krallmann, Dieter [Hrsg.]; Institut für Deutsche Sprache > Mannheim <: Forschungsberichte des Instituts . . .

© 1981 · Gunter Narr Verlag Tübingen

Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck oder Vervielfältigung, auch auszugsweise, in allen Formen wie Mikrofilm, Xerographie, Mikrofiche, Mikrocard, Offset verboten.

Druck: Müller+Bass, Tübingen

Printed in Germany

ISBN 3 - 87808 - 652 - 0

INHALT

| | |
|---|-----|
| Vorbemerkung | 7 |
| Thomas T. Ballmer: Natural Language and Problem Solving | 13 |
| David Harrah: The Semantics of Question Sets | 36 |
| Dietmar Zaefferer: Fragesätze und andere Formulierungen von Fragen .. | 46 |
| Günter Todt/Jürgen Schmidt-Radefeldt: Wissensfragen und direkte Antworten in der Fragelogik LA [?] | 66 |
| Günther Grewendorf: Pragmatisch sinnvolle Fragen; ein entscheidungstheoretischer Explikationsvorschlag | 95 |
| Harry Bunt: Conversational Principles in Question-Answer Dialogues ... | 119 |
| Dieter Metzging: Elements of a Dialogue-System; Elements of a 'Cognitive Theory of Questions'? | 142 |
| Uwe Hein: Question Answering and Mixed Initiative Dialogue Systems .. | 170 |
| Walther von Hahn: Überlegungen zum Handlungsrahmen von Fragen in Artificial-Intelligence-Systemen | 185 |
| Wolfgang Wahlster: Algorithmen zur Beantwortung von 'Warum'-Fragen in Dialogsystemen | 192 |

VORBEMERKUNG

Vom 13. bis 15. November 1978 fand in Bad Homburg ein Kolloquium mit dem Thema "Zur Theorie der Frage" statt, das gemeinsam von der Werner-Reimers-Stiftung, Bad Homburg, und dem Institut für deutsche Sprache, Mannheim, veranstaltet und von der Werner-Reimers-Stiftung finanziert wurde.

Das Interesse an diesem Thema und die Begründung für dieses Kolloquium lagen in der konkreten Forschungsarbeit des Institutes für deutsche Sprache begründet: Innerhalb der Abteilung Linguistische Datenverarbeitung wurde bereits in den Jahren 1971-1975 innerhalb eines Forschungsprojektes ein experimentelles, computerorientiertes Frage-Antwort-System realisiert. Dieses Computersystem ISLIB (Informationssystem auf linguistischer Basis) war für begrenzte Sprachausschnitte des Deutschen ausgelegt und wurde in fallstudienhaft eingegrenzten Weltausschnitten getestet. Die Untersuchung von natürlichsprachlichen Dialogen in Frage-Antwort-Sequenzen war dabei bereits früh Teil der Mensch-Maschine-Kommunikation im Rahmen des Ansatzes der Simulation menschlichen Kommunikationsverhaltens in sprachlich definierten Problemsituationen. In diesem ersten Forschungsabschnitt wurden zunächst unterschiedliche Konzepte der automatischen Analyse und Verarbeitung natürlicher Sprache, der sprachlichen Festlegung und Eingrenzung des Weltausschnittes, der Darstellung von Wissen in Informationssystemen sowie der Behandlung von Frage- und Antwort-Sequenzen in natürlichsprachlichen Dialogen verfolgt.

Dieser Ansatz, sprachliche Regularitäten zwischenmenschlicher Kommunikation zu ermitteln und in einem Modell systematisch zu rekonstruieren, wurde seit 1976 in einem Anschlußprojekt als empirische Untersuchung weiter entwickelt; Ziel war die Entwicklung des Systems PLIDIS (Problemlösendes Informationssystem mit Deutsch als Interaktionssprache), das durch die enge Zusammenarbeit mit einem künftigen Benutzer des Systems einen stärkeren Anwendungsbezug ermöglichte. Grundlegende Voraussetzung für die Konzeption eines derartigen Systems war hierbei die Annahme, daß möglich sei, eine Sprache zu konstruieren, die als Konstruktsprache zum einen die Funktion einer Semantiksprache zur Darstellung des Inhalts natürlichsprachlicher Äußerungen

übernimmt, zum anderen die Funktion einer Modellbeschreibungssprache zur Darstellung von Objekten, Handlungen und Gesetzmäßigkeiten innerhalb eines definierten Weltausschnittes, dem Anwendungsbereich, erfüllt. Auf der Grundlage dieser Voraussetzung ist es dann möglich, Operationen in einem natürlich sprachlich fundierten Informationssystem zu definieren, die fundamentale Fähigkeit menschlicher Kommunikation nachbilden: Zu ihnen gehören Regeln der Dialogführung, Gesetzmäßigkeiten über eine pragmatische und situationsorientierte Verwendung von Sprache sowie Techniken der Wissensaneignung und der Fragebehandlung in natürlichsprachlich fundierten Mensch-Maschine-Kommunikationen. Ein solcher Ansatz, Formen sprachlichen Handelns in einem computerorientierten System nachzubilden, ist motiviert durch die Annahme, daß die Umsetzung und Übertragung der Beherrschung sprachlicher Fähigkeiten in explizite Algorithmen tiefere Einsichten in die Struktur dialogischer Abläufe und ihre Einbettung in sprachliche Handlungszusammenhänge ermöglicht. Denn sprachliche Interaktionsprozesse, die aufgrund der Regelbeherrschung der Dialogpartner "natürlich" ablaufen, müssen im Falle einer Mensch-Maschine-Kommunikation auf formalisierte und streng algorithmisierte Regelbeschreibungen zurückgeführt werden. Das Nachbilden von natürlichen Interaktionsprozessen als natürlichsprachlich fundierte Mensch-Maschine-Kommunikationsprozesse setzt daher die Analyse und exakte Beschreibung der Regeln des syntaktischen und semantisch-pragmatischen Gebrauchs aller sprachlichen Einheiten voraus, die in solchen Interaktionen Verwendung finden.

Durch das konkrete Forschungsbedürfnis, theoretische Grundlagen und verschiedene Ansätze für eine formallogische Darstellung und Behandlung von Fragen zu diskutieren und miteinander zu vergleichen, erklärt sich die Thematik des Kolloquiums, die mit den Stichwörtern "Fragetheorie", "Fragelogik" sowie "handlungstheoretische Aspekte von Fragedialogen" klar skizziert ist. Einen besonderen Akzent gewann das Kolloquium durch die Zusammensetzung seiner Teilnehmer, die sich als Vertreter der Disziplinen bzw. Richtungen Linguistik, Logik, Handlungslogik, Künstliche Intelligenz und Linguistische Datenverarbeitung verstanden. Der Abdruck der Beiträge dieses Kolloquiums zeigt entsprechend deutlich neben der Multidisziplinarität die Unterschiedlichkeit verschiedener Theorieansätze sowie die Gegensätzlichkeit einzelner Schwerpunktsetzungen bei der Behandlung von Problemen im Bereich Linguistik und Fragelogik; mit dieser Bemerkung sei keine Bewertung, sondern vielmehr die Hoffnung ausgesprochen, daß auch in Zukunft durch Kenntnisnahme und Ver-

gleich anderer Standpunkte und Sehweisen der Kontakt zwischen den betroffenen Disziplinen und Forschungsrichtungen wieder hergestellt oder intensiviert wird, um so zu einem Ansatz zu kommen, den man mit Recht "Theorie der Frage" bezeichnen kann.

Der Werner-Reimers-Stiftung sei an dieser Stelle ein herzlicher Dank dafür ausgesprochen, daß sie das Kolloquium in dieser Form ermöglicht hat.

D. Krallmann

Essen, im Juli 1980

TEILNEHMER
KOLLOQUIUM BAD HOMBURG

- Dr. Lennart Åqvist, Institut für Linguistik-Romanistik,
Universität Stuttgart
- Priv.Do. Dr. Thomas Ballmer, Sprachwissenschaftliches Institut
Ruhruniversität Bochum
- Prof. Dr. Renate Bartsch, Centrale Interfakultät,
Universität Amsterdam
- Dr. Geneviève Berry-Rogghe (Wiss. Ang.), Institut für deutsche
Sprache, Mannheim
- Dr. Michael Böttner (Wiss. Ang.), Institut für Kommunikationsfor-
schung und Phonetik, Bonn
- Harry Bunt (Wiss. Ang.), Institute for Perception Research, Eindhoven
- Werner Dilger (Wiss. Ang.), Institut für deutsche Sprache, Mannheim
- Dr. Günther Grewendorf, FB Germanistik, Freie Universität Berlin
- Prof. Dr. Walther von Hahn, Germanistisches Seminar,
Universität Hamburg
- Prof. Dr. David Harrah, University of California, Riverside
- Uwe Hein (Wiss. Ang.), Data Center, Uppsala University, Uppsala
- Prof. Dr. Hans Jürgen Heringer, Deutsches Seminar,
Universität Tübingen
- Klaus Hölker (Wiss.Ass.m.d.V.b.), Fakultät für Linguistik und Lite-
raturwissenschaft, Universität Bielefeld
- Prof. Lauri Karttunen, Department of Linguistics,
University of Texas, Austin
- Monika Kolvenbach, M.A. (Wiss. Ang.), Institut für deutsche
Sprache, Mannheim
- Prof. Dr. Dieter Krallmann, Fach Sprach- und Kommunikations-
wissenschaft, Universität Essen
- Dr. Hans Dieter Lutz (Wiss. Ang.), Institut für deutsche Sprache,
Mannheim

Dr. Dieter M e t z i n g (Wiss. Ass.), Fakultät für Linguistik und Literaturwissenschaft, Universität Bielefeld

Gisela M ö l l e r - P a n t l e o n (freie Wiss.Mitarbeiterin), Institut für deutsche Sprache, Mannheim

Katharina M o r i k (Studentin), Germanistisches Seminar, Universität Hamburg

Prof. Dr. Christian R o h r e r , Institut für Linguistik, Universität Stuttgart

Remko S c h a , Philips Research Labs, Eindhoven

Prof. Dr. J. Schmidt - R a d e f e l d t , Pädagogische Hochschule Kiel

Dr. Gerhard S t i c k e l (Direktor), Institut für deutsche Sprache, Mannheim

Wolfgang W a h l s t e r (Wiss. Ang.), Germanisches Seminar der Universität Hamburg

Hanno W u l z (Wiss. Ang.), Institut für deutsche Sprache, Mannheim

Dietmar Z a e f f e r e r (Wiss. Ass.), Institut für deutsche Philologie, Universität München

Dr. Gisela Z i f o n u n (Wiss. Ang.), Institut für deutsche Sprache, Mannheim

Thomas T. Ballmer

1. INTRODUCTION

The specific linguistic topic of questions is here investigated in a somewhat broader perspective than usual. Instead of concentrating exclusively on some rather specialised issues of the syntax and semantics of questions, I would like to draw attention to what we may call the cybernetic and bio-psychological background to questions in natural language. By *cybernetic background* I mean the range of control functions which operates for questions. By *bio-psychological background* I mean that these control functions operate on biological and psychological states of the participating individuals. Following this conception questions (like some other speech acts) are used by a speaker to control his bio-psychological, especially his social environment in order to fulfil certain purposes. By performing (i.e. asking) a question, a speaker *changes the context* in a certain manner. What aspects of the context are changed is an important issue. It turns out that these changes are such that they require other changes to occur; namely, a question creates a problem, which has to be solved. The solution of the problem raised by a question normally leads to a *sequence* of other linguistic acts such as answers, counter-questions, or refusals to continue. The structure of these sequences provides a linguistically palpable trace of the underlying *problem solving* processes which are going on in the partners engaged in the conversation. These traces should be taken into account in the linguistic study of questions. The linguistic field of questions and the processes of answering them belongs therefore naturally to the field of *problem solving*. I suggest therefore that *problem solving* be seen as the central issue in helping us to come to grips with the topic we are concerned with in this conference.

From this perspective, we may criticize logical approaches to the topic of questions for not taking into account important features of the action of asking a question in natural language, though, as concerns the type of formalisms to be used in accounting for the phenomenon of questions, I would rather stay with logic than with, say, artificial intelligence.

2. THE LOGICAL APPROACH TO QUESTIONS

There already exists a large body of literature on the topic of questions (cf. EGLI-SCHLEICHERT 1976), and for the more specialized logical analysis of questions in which we are interested here. A *first* set of approaches to the logic of questions is based on a modal logic analysis involving deontic and epistemic operators (e.g. ÅQVIST 1965, HINTIKKA 1974), the basic idea being that a question is a kind of imperative or optative, requiring the addressee to add to the speaker's knowledge in a certain way. A *second* set of approaches is based on considering only the propositional content of questions. These approaches omit from the outset what makes a question typically a question. What stands in the foreground is rather an abstract characterization of the relations between operations themselves and between questions and their answers. The *exclusion* of epistemic and deontic operators is taken to be justified for this purpose. Thus KATZ (1968), BELNAP (1976) take questions to be represented by open formulas, HARRAH (1961) identifies "which"-questions with true existential quantifications, KARTTUNEN (1977) takes questions to be analysed as propositional λ -abstractions in intensional logic. The approach of KEENAN-HULL (1973) gives a semantical analysis of questions by way of truth conditions for question-answer pairs. Any specification leading beyond the propositional content of questions to, say, deontic and epistemic notions is left out thereby.

The problems treated with the logical approaches to the semantics and pragmatics of questions take into account essentially the following topics:

- (1) *What is the meaning of a question and what are its ambiguities?*
- (2) *What questions imply what other questions?*
- (3) *What propositions are presupposed by a question?*
- (4) *How can the relation of given questions and answers be characterized, specially what counts as a correct, true, informative, trivial or contradictory answer?*

We shall now come to some *criticisms* we should put forward with respect to the formal approaches displayed here, as well as with respect to the range of topics treated by such approaches.

3. WHAT IS WRONG WITH THE LOGICAL APPROACHES?

The logical approaches as briefly sketched above make certain assumptions which prove to be meaningful at a certain stage of development of the field. Some of these assumptions, however, have to be criticized from a more advanced point of view. The cybernetic and the bio-psychologic view, or what amounts to a similar position, the instrumental view of NL (cf. BALLMER 1978) provides us with a new level of analysis from which such criticism can be conducted. It must be maintained that such a criticism is not radical and inexorable. Many of the basic insights of the formal logical approach will preserve their validity. The instrumental viewpoint will, however, correct certain misconceptions and broaden the perspective.

We shall present some of the defects of the logical approaches in the sequel. We start with it from an idea which everybody agrees on, namely from the idea that a question is typically a request for information. This aspect is only dealt with explicitly by the approach of ÅQVIST. All approaches concentrating on the propositional content of questions ignore the very function of requesting information. Thus they fall short of a very basic adequacy requirement we are interested in. Although HINTIKKA (1974) posits this function of requesting information as basic for questions, he formally accounts only for the epistemic aspect of the information requested by a question. He argues that "once it is specified what information a questioner wants, all that remains is for him to ask for it". This wording shows overtly that the main issue, namely the logical characterization of the action of "asking for it", is excluded in HINTIKKA's approach. ÅQVIST developing a logic of questions on the basis of a modal logic with deontic and epistemic operators hence provides us with the most adequate approach.

The three criticisms put forward subsequently are criticisms which are not directed against any particular approach but rather against certain underlying assumptions which are tacitly maintained by most of the scholars working in the field of *logical analysis of speech acts* (of which *questions* are but a special case).

Thus the first criticism I want to put forward is that the analysis of non-declarative sentences by declaratives is incorrect. LEWIS (1969) who defends the identification of non-declaratives with certain declaratives maintains

that under his viewpoint "the distinction between declarative and non-declarative sentences becomes a purely syntactic, surface distinction". If we take the meaning of declarative sentences, as is virtually always done (cf. however AUSTIN 1960, second part), in the classical sense as propositions (or truth values), there are logical reasons why we could not possibly identify non-declaratives with declaratives. The sentence

(1) *I accept that I give you 10 \$*

has truthvalue *false* in any situation when *reasonably* uttered. For if (1) were true in a situation there would be *no point* in uttering it. If the situation is such that I already accept giving you 10 \$ why should I repeat what is already clear?

Thus the typical situation of uttering (1) is in fact one in which it is not true (or at least not publicly known) that (1). The meaning of (1) cannot therefore be identified with a proposition assigning truth to the situations relative to which (1) is used appropriately.

In brief and not very precisely, we could say that uttering (1) makes (1) true. Thus it is in a sense *presupposed* that (1) is *false* when being uttered. How could it otherwise be *made* true? Thus (1) has no definite truth value in the situation in question but *changes* the situation in which (1) is *false* to an adjacent situation in which it is *true*. What we have demonstrated with the non-declarative sentence (1) is the case for all non-declaratives (or: performatives), especially for questions:

(2a) *I ask you whether John is sick.*

(2b) *Is John sick?*

Performative sentences, as I understand them, are uttered in order to *change* the *situation*. Declaratives (or: constatives) are abstractions which ignore the dynamic aspects of language use. Declaratives may have their merits in mathematics and mathematical logic. They may also be useful for certain scientific theories and metatheories. For a kind of *linguistics* however which aims at a sound *reconstruction* of the *linguistic* abilities of humans, the aspects of the concrete *use* of linguistic *instruments* have to be accounted for adequately.¹

One of the most obvious consequences of the *instrumental character* of linguistic expressions is the existence of performative expressions, and especially performative sentences. Humans using them interact with the situation and thereby *change* the truthvalue of certain related constatives characterizing the target situation to be reached:

The performative sentence (2a) has *no* truthvalue. It is a question sentence. As such it is an *instrument* for changing the *constative* sentence (2a) from false to true. The relation between the *instrumental performatives* and the *assertive constatives* is not always so straightforward as in example (2a), i.e. they do not necessarily equal each other in form. For instance the sentence (2b) is determined in English by its form as exclusively performative. It is an instrument for changing the truthvalue of the constative sentence (2a) [different in form from (2b)] to truth, at least in certain contexts. In other contexts (2b) may change the truthvalue of

(2c) *I inform you that somebody asks whether John is sick,*

and sometimes of still other constatives. These remarks establish that there is a clear difference between non-declaratives (performatives) and declaratives (constatives).

None of the formal approaches to the logical analysis of questions referred to above takes this context changing nature of question sentences into account. This I would judge perhaps as the most serious of the defects we shall put forward in this discussion.

The general underlying conception, namely that performative expressions are used as instruments to *manipulate* the context, we call the *Instrumental Analysis of Performatives* (IAP).

A second criticism I want to maintain against the logical approaches is also based on this view of the Instrumental Analysis of Performatives (IAP) we have just introduced. The criticism in its general form applies to the logical analyses of many performatives, but will be exemplified by questions here. The point to be criticized is that logical analyses of performatives often suffer from an undue parsimony of parameters. Thus for questions the most comprehensive account (ÅQVIST 1965) takes into consideration deontic, epistemic and modal notions. As we shall see this is too rigorous an abstraction. It is often argued

that such abstractions allow one to concentrate on the *essential* aspects of the phenomena under consideration. But apart from the difficult problem of characterizing what is essential and what not, most abstractions are prone to make prior decisions that can no longer be resolved in case a concretisation is aspired to.

The Instrumental Analysis of Performatives (IAP) provides us with a more general perspective. It is in principle comprehensive and all-embracing from the outset. It starts with a classification of *all* possible parameters. To ignore a set of parameters for some reason is of no great harm, because they are taken care of in principle in advance. The approach is in this sense holistic. Thus resolving any special abstraction cannot require a major revision. The IAP is robust against various forms of concretisation.

In order to illustrate this point let us informally investigate questions according to the IAP. Questions are asked by uttering certain sentences like (2a) or (2b) in appropriate situations. The utterance of such sentences changes the situation. What makes such an utterance a question is determined by essentially two factors the (*initial* and to some degree the *final*) *situation* and the *force* of the *instrument used* (i.e., the sentence uttered). Let us first concentrate on the overall situation. It can be divided up naturally into four contextual components, and no more. Thus there is the component of (a) *material states*, (b) *mental states*, (c) *social states*, and (d) *linguistic states*. The *material states* are meant to comprise physical, biological and neurophysiological states. The *neutral states* comprise a long series of contextual subcomponents. Among other we should mention: emotion (wants, interest, hope, drive, fear), information (ideology, persuasions, beliefs, knowledge, remembrances, plans, expectations), assessments (satisfaction, truth), focus of attention (temporal, local, emotional, epistemic, social, linguistic).

The *social states* can be considered as mental states referring to other persons. Thus among many others the following contextual subcomponents are of interest: social attitudes (character traits, states of charity, helpfulness), commitments (obligations, promises), social status. *Linguistic states* are a combination of material, mental and social states. The linguistic states are structured in a complex fashion comprising among other states of grammar, of the lexicon and of the analysis and synthesis of linguistic utterances. The linguistic instrument

their force and their use can be conceived as special linguistic states. With respect to larger units of language and language use, such as texts and dialogues, states of textual macrostructures and of turn organization should be considered.

A linguistically "complete" list of context parameters of this sort is extracted from the analysis of *all* speech act and mental act designating verbs (cf. BALLMER 1978, chapter "Context and Context Change").

Summarizing we could say that we cannot reduce a reasonable analysis of questions to knowledge, obligations and alternatives alone. On this basis of a *contextual analysis* concerning the utterance situation, we may specify to an arbitrarily precise degree what a question is. A question is characterized, as we mentioned already, by the linguistic instrument used, by the situation in which the instrument is used and by its force, i.e. by the systematic effect the use of the linguistic instrument, namely the expression, has on every contextual component of the situation. We have mentioned a few of these components. This demonstrates already that consideration of merely a deontic and/or epistemic aspect of questions (as is done, normally, in formal approaches) is too scanty.

Of course any logical approach will be exemplified by a certain selection of parameters. But before such a selection takes place, the range of *possibilities* should be marked out. Moreover it should be made clear how in principle a *fuller* account of the phenomena is carried through. A modal logical approach accounting for more than say five or ten contextual aspects risks concealing rather than revealing the relations of interest. The interaction of modal operators easily gets obscured.

A *third* criticism which we shall briefly consider is that in the literature only isolated questions or at most, question-answer pairs are discussed. There are no logical analyses aiming at the full range of longer question-answer discourses. This cannot be a severe criticism, of course. Every analysis has its limitations. But one of the very typical effects of asking a question is its effect of turn change. The same is true of giving an answer. This results in a sequence of subsequent turn switches. The end of such a *sequence of speech acts* is normally signalled by utterances of gratitude and farewell. Thus the fully fledged entities to be discussed in a comprehensive approach to questions, namely the integral question-answer sequences, skip the attention of the logicians, otherwise known to include all possible information relevant to their subject.

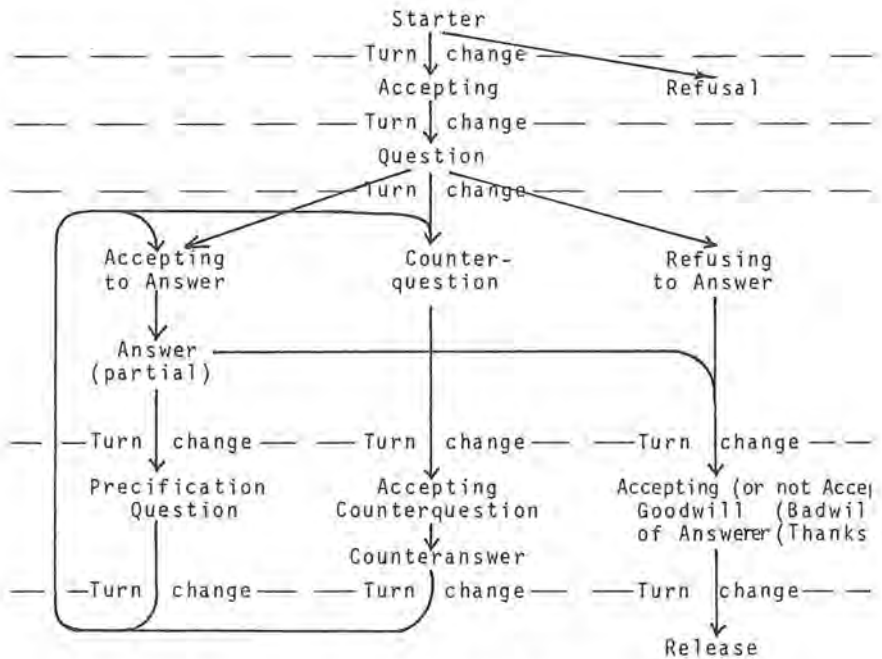


Fig. 1: Graph of Typical Q-A Dialogues

- Hi.
- Oh, hello Robert.
- Could you, please, tell me what time it is?
- Yeah, do you mean here in Holland, or over there in Germany?
- Oh, here in Holland of course.
- It's twelve thirteen.
- Thank you.
- You are welcome.

Fig. 2: Sample Dialogue

4. THE LOGIC OF CONTEXT CHANGE

We shall now present a short explanation of some of the general aspects of context change logics. We shall therefore enter very briefly upon some more traditional logics and their merits. They will serve as a background to understanding what the special features of context change logics are. In the next chapter we will be able to present a context change logic specialized for the topic of questions. We will show why the criticisms put forward against some of the underlying assumptions of the more traditional approaches do not apply to the approach developed in this paper.

Every logic consists of essentially three or four parts. There is *first* the *syntax* of the logic which determines what the wellformed sentences of the language of the logic are. There is *secondly* the *semantics* of the logic providing an interpretation of all (or some distinguished) wellformed expressions. Especially there is a notion of truth and validity for the sentences (and formulas) of the language. There is *thirdly* a set of *axioms* and *rules* characterizing in a syntactical way the valid sentences (and formulas) of the language of the logic.

A *fourth* part of logic which is often not mentioned is the metalanguage and the metalogic in which the syntax and semantics of the logic are specified. For most logics this is a fragment of classical logic and is therefore often left unspecified. For certain non-classical logics such as intuitionistic logic and in fact also for context change logic the metalogic is *no longer* classical. It should therefore get special attention. For the metalogic of context change logics only a few remarks can be given in this paper, however.

Classical *propositional logic* is the logic of sentential expressions connected with logical connectors such as \neg (not), \wedge (and), \vee (or) and \rightarrow (implies). The internal structure of the sentential expressions is left unspecified. The semantics assigns every sentence a truthvalue defined by recursion starting with a value assignment to the atomic sentences.

Classical *predicate logic* of first or higher order takes into account a certain internal structure of sentential expressions. Thus predicate expressions, argument expressions and quantification are considered. The semantical interpretation is normally given with respect to set theory.

I n d e x i c a l l o g i c s take into account expressions with varying meaning, such as pronominal constants or context dependent predicates. There are propositional indexical logic and predicate logical variants.

M o d a l l o g i c s allow for sentential operators. These are interpreted as quantifiers over indices (contexts or points of references). Thus modal logics are special kinds of indexical logics.

I n t e n s i o n a l l o g i c s distinguish syntactically between extensional and intensional expressions. These are interpreted as abstractions of indices (contexts, points of reference). Intensional logics are thus far the logics with the largest (*explicit*) expressive power. They are indexical, and have means to express modality and quantification.

Higher order predicate logic is demonstrably rich enough to express the meanings of the expressions of all previously mentioned logics. The same is believed to be true with the meanings of the expressions of NL. Why then, we could ask, is there a need to develop new kinds of logics and why don't we simply stick to higher order predicate logic in order to account for the semantics of NL?

There may be various reasons for this. A main reason is, however, that (non-) classical logics are developed in order to *reconstruct* the properties of NL more directly than a higher order predicate logic would do. The similarity between non-classical logics and NL has increased considerably on various levels of the theory: *syntactic*, *semantic* and *metalinguistic*. This is the manner we should conceive of the development from propositional to intensional logic. In the end it may be possible that a formal logic is defined which no longer shows any considerable difference to NL.

The way to reach this aim seems to be rather far away, however. Progress is made only by carrying the indicated program further in its intended direction. This is done by incorporating more and more properties of NL into formal systems.

An important step in this direction seems to be to incorporate the *manipulative* force of the use of NL expressions by their user. This leads naturally to the next important stage in the *evolution of logics*, to *context change logics*. The

need for context change logics is primordially enforced by pragmatic (semantic) features of NL. It then becomes clear that syntactical (morphological) reasons can be found too, and even phonetic (phonologic) ones.

Propositional Logic

Predicate Logic 1. Order/Higher Order

Indexical Logic

Intensional Logic

Branched Quantifier Logic

Context Change Logic

Syntax

Special operator terms:

$\ulcorner \phi \urcorner$, $\ulcorner \neg \urcorner$, $\ulcorner \wedge \urcorner$, $\ulcorner \vee \urcorner$, $\ulcorner \rightarrow \urcorner$, ...

Semantics

$h(\ulcorner \phi \urcorner, i) \equiv h(\ulcorner \phi \urcorner, \xi(\ulcorner \phi \urcorner, i))$

$h(\ulcorner \alpha \wedge \beta \urcorner, i) \equiv h(\ulcorner \alpha \urcorner, i) \wedge h(\ulcorner \beta \urcorner, \xi(\ulcorner \alpha \urcorner, i))$

Fig. 3: Logic of Context Change

h is the semantic interpretation function, ξ is the context change function. The semantic interpretation rules indicate that there are formulas (here: $\ulcorner \phi \urcorner$) which change the context i according to their form ($\ulcorner \phi \urcorner$) [or alternatively according to their "propositional" content ($\ulcorner \phi \urcorner$)] and the context i to a new context $\xi(\ulcorner \phi \urcorner, i)$ [or alternatively: $\xi(\ulcorner \phi \urcorner, i)$]. The reader can get more specific information from BALLMER 1978.

Syntax:

special operator terms

$\ulcorner ? \urcorner$: question operator sign

$\ulcorner \rightsquigarrow \urcorner$: turnchange operator sign

$\ulcorner \Leftarrow \urcorner$: answer operator sign

A typical formula is:

$\ulcorner ?p \rightsquigarrow \Leftarrow \text{yes} \urcorner$

Semantics:

$$\begin{aligned}
h(?p, F, |K_a, |K_b, t) &\equiv p \notin |K_a^t \wedge \neg p \notin |K_a^t \\
h(\prec q, F, |K_b, |K_a, t) &\equiv \neg(\prec q, F, |K_b^t, |K_a^t, t) \equiv \\
&\equiv F(q) \in |K_a^t \wedge (F(q) \in |K_b^{t-1} \Rightarrow F(q) \in |K_a^t) \\
h(\alpha \rightsquigarrow \beta: F, |K_a, |K_b, t) &\equiv \\
&h(\alpha, F, |K_a, |K_b, t) \wedge h(\beta, \xi(\alpha, F, |K_b, |K_a, t+1)) \\
\xi(?p, \phi, |K_b, |K_a, t) &\equiv (\lambda \varphi (\varphi \leftrightarrow p), |K_b, |K_a, t)
\end{aligned}$$

Example:

$$\begin{aligned}
h(?p \rightsquigarrow \prec \text{yes}, \phi, |K_a, |K_b, 0) &\equiv h(?p, \phi, |K_a, |K_b, 0) \wedge \\
&h(\prec \text{yes}, \xi(?p, |K_b, |K_a, 1)) \equiv \\
p \notin |K_a^0 \wedge \neg p \notin |K_a^0 &\wedge h(\prec \text{yes}, \lambda \varphi (\varphi \leftrightarrow p), |K_b, |K_a, 1) \equiv \\
p \notin |K_a^0 \wedge \neg p \notin |K_a^0 &\wedge \\
(\text{yes} \leftrightarrow p) \in |K_a^1 &\wedge ((\text{yes} \leftrightarrow p) \in |K_b^0 \Rightarrow (\text{yes} \leftrightarrow p) \in |K_a^1) \\
p \notin |K_a^0 \wedge \neg p \notin |K_a^0 &\wedge p \in |K_a^1 \wedge (p \in |K_b^0 \Rightarrow p \in |K_a^1)
\end{aligned}$$

this result reflects the fact that:

- 1) Questioner does not know whether p , initially
- 2) Questioner knows that p after answer
- 3) Questioner knows that p after answer because answerer knew it before and communicated it

Fig. 4: Logic of Context Change applied to Questions

The context i consists of four explicitly mentioned components: $F, |K_a, |K_b, t$. F is the set of truth values asked, $|K_a$ and $|K_b$ are the knowledge of the participants a and b respectively, t is the time. $|K_a^t, |K_b^t$ is knowledge at time t . 'yes' is a constant indicating truth of propositions (with respect to a certain context),

Towards the simple forms of context change logics, using the logical formalization

$$(3) \quad ?p \rightsquigarrow \prec \text{yes}$$

and the semantics of Fig. 4, a series of criticisms can be maintained. What is wrong with such a surface-adjacent formalization is the following:

- (a) the *conditions* of when to ask a question, of when to produce a question and of selecting which addressee are ignored.
- (b) the *conditions* of turn change are omitted.
- (c) the *problem solving processes* in order to generate the answer are missing. Only minimal requirements of the coherence of questions and answers are considered, but the process of getting *from the question to a more or less appropriate answer* is *not* logically reconstructed.
- (d) Questioning and answering are still conceived as operations on a *few context parameters* (mainly on knowledge) ignoring the full range of context changes which could be involved.
- (e) *Complex sequences* of question-answering (Q-A) dialogues are not considered, as is required from a comprehensive point of view.

5. NATURAL LANGUAGE AND PROBLEM SOLVING

The criticisms put forward against the traditional logical approaches and also those criticisms maintained against simple versions of context change logic must be taken seriously. They reflect a fundamental gap between the mechanisms of NL and what is logically formalized. The basic lack of insight goes back – *less so for context change logics* – to ignoring the dialogical character of NL. The fundamental production and comprehension mechanisms of NL are based on human *interaction*. Language is used to control each others' actions and intentions. This is a *dialogical* matter: two (or more) human beings are engaged for a certain limited time in a cybernetic control loop operating on each others' bio-psychological states. This *dialogical* (maybe dialectical) *cybernetic background* is at the heart of *every speech act*, of commands, requests, arguments, valuations and of course *questions*. This background is the reason for including in a thorough study of questions from the outset such aspects as: conditions of when and how to ask why what question, conditions of giving or taking the turn, and most important how the *problems posed by a question* are going to be solved.

This results in taking into account answering processes including counter-questions, precification questions, refusing to answer and so on (cf. Fig. 1 and 2). This also results in considering the condition of asking a question in a more specific way. The following Fig. 5 is only a very first attempt to enter into this extremely complex realm.

Information Question

- a does not know whether p
- a wants to know whether p
- a knows, believes, hopes that b knows whether p

Examination Question

- a knows whether p
- a does not know whether b knows whether p
- a wants to know whether b knows whether p

Action Control

- a does not want to do φ
- a wants φ to be done
- a wants b to do φ

Agreement Question

- a knows whether p
- a knows that b knows whether p
- a does (not) know whether b overtly claims to know whether p

Focus Question

- a knows whether p
- a knows that b knows whether p
- a knows that b does not focus upon the fact whether p
- a wants b to focus upon the fact whether p

Fig. 5: Conditions for Question Generation
(a very first approximation)

We shall not enter here upon this extremely important and interesting topic, but nevertheless found it necessary to stress its relevance.

To conclude this paper we would like to enter upon problem solving processes a little more. This issue, central not merely for question-answering dialogues, but for all speech acts, is to be made amenable to formalization. There is a large amount of literature on that topic related to automatic theorem proving, artificial intelligence and proof theory (in mathematical logic). We do not enter upon these investigations, mainly because they are momentarily considered to be on the wrong track as concerns "practical" applications. Therefore I also skip a serious discussion.

A *theoretical approach* is as good as its *metaphors*. Thus we are looking for a good *metaphor of problem solving*. The one which has kept me interested for years is a geometrical one: more specifically, the metaphor of seeking and possibly finding a certain place in a geometrical space with well-trodden paths. Humans normally use paths and streets embedded in a two (or maybe three) dimensional space in order to move along. An important task for the survival of biological organisms such as humans is that they orient themselves in such spaces in an optimal way. And in fact there are many reasons to believe that humans have succeeded in organizing themselves and their environment to an enormously high degree. They easily manage to orient themselves globally on nearly the whole surface of the earth and locally at whatever places they intend to specialize for. Thus roughly speaking the whole terrestrial surface is under human control as far as seeking and finding localities is concerned. How do they manage to do that in detail? Is there a formal approach accounting for this human ability?

This prototype situation of *seeking* and *finding* is also applicable to a large degree in human *thinking* and *speaking*. I dare to claim, Mathematical optimization techniques (gradient methods, linear, non-linear programming, evolution strategies) are an indication demonstrating that point. Psychological theories of optimal thinking and orientation start from the same assumption (city-block metric, Minkowski metrics). A new solution for the spatial orientation will therefore provide us with a new solution for mental and linguistic action, i.e. reasoning. Asking questions (positing problems) and answering them is at first sight a special case of reasoning and problem solving, but at the same time it contains most of their essential features. Therefore we shall attempt to treat the relevant traits of a question dialogue (such as in Fig. 6) in a formal manner by using the spatial metaphor we are going to develop for problem solving.

Excuse me, Sir!

Yeah!

Where is Walnut Street?

Oh, let me see ~.

...

Isn't it near University avenue?

I don't know.

Hm, I think it is. The Telephone Company is there.

Right, that's where I want to go.

You should have told me this right away.

It's easy now.

Go down this road.

Then you hit a traffic light.

Turn to your left,

Drive two blocks further.

And then ask again, because it's

complicated to get there: there

are one-way streets.

Ok. Thank you.

You're welcome.

Fig. 6: A Typical Question Situation

6. BOOKKEEPING AND FILING TECHNIQUES BY LABELING THE CONTEXT

In order to introduce the mechanism of problem solving we believe to be basic for spatial, mental and linguistic orientation we consider the following figure (Fig. 7).

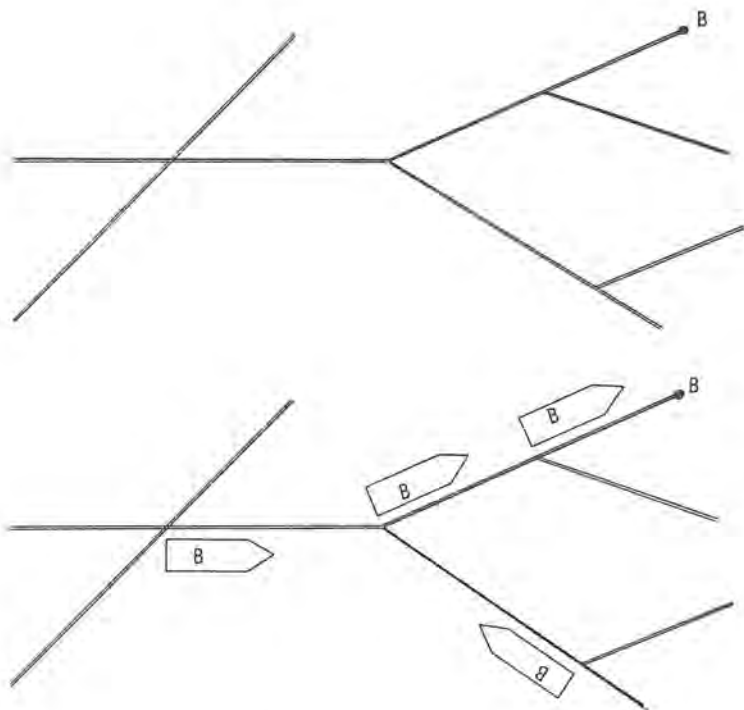


Fig. 7: A local Analogy to Problem Solving Contexts
The Same Area, Differently Sign-Boarded

This figure shows that the same area can be differently sign-boarded. Depending on whether there are well-trodden paths or not, on whether there are sign-posts or not, and depending on how much information is stored on the sign-posts about a (remote) locality (such as B) it is easier or more difficult to get to the intended place B.

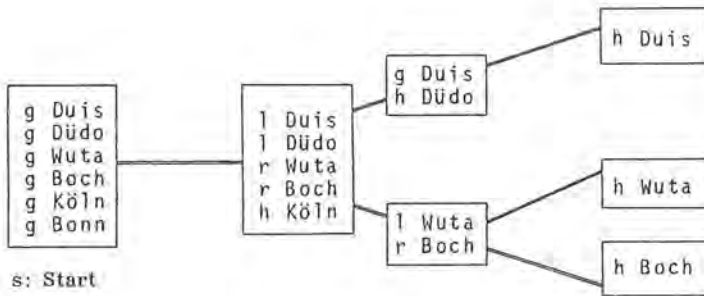
The essence of this figure should be to demonstrate impressively that the fewer the (correct) indications about B the more difficult it is to find B, to lead others to B, to understand B.

Finding the solution B and "understanding" B hinges therefore essentially on the appropriate *labeling* of the environment by indications pointing to B. There are, however, a lot of problems to be considered in such an approach.

Firstly, *how* is the space to be *labeled*? In other words how does an unlabeled space get the appropriate labels? (e.g. by arbitrary local tracing on random itineraries, by backtracing of accidentally found places, by global orientation mechanisms such as a compass with respect to a magnetic field, or visual contact with landmarks [towers, mountains, star, sun]). Secondly, *what* are the *best places* for labeling? (e.g. forks in the road decision points, but also appropriate places before a decision point [cf. high speed cars on highways]). Thirdly, *what* are the *possible orientation labels*? (e.g. sign-posts, other humans with appropriate knowledge, books; words, signs; acoustic, visual, chemical). What are the relevant properties of labels? (e.g. reliability, truthfulness, durability, transportability, universality, discernability, understandability). Fourthly, what are the objects to be found? (e.g. places, things, virtual objects [postulated, mental, theoretical, fake, ...]). Fifthly, are there restrictions on positing labels for orientation? (e.g. highest or lowest density, interacting modes of labels).

It is *impossible* in this introduction to give an account of all the relevant problems related to the labels and labeled objects with respect to the task of keeping track of the solution to the orientation problem. I have the impression that we are confronted here with one of the *most ingenious* information structures humans have invented to organize their enormously complex environment, which is in part so complex *because* use is made of so many solution-labels.

In order to clarify how the labelling of the environment (or context) is used to organize the problem solving processes, let us proceed by analysing our problem of spatial orientation. For reasons of illustration the decision points themselves are labelled with sets of pairs, namely pairs of expressions for directions and for endpoints 'l', 'r', 'g' are the direction labels for left, right and straight on, 'Duis', 'Düdo', 'Wuta', 'Boch', 'Köln', 'Bonn' are obvious symbols for certain places.



s [g Duis g Dũdo g Wuta g Boch g Köln h Bonn]
u [l Duis l Dũdo r Wuta r Boch h Köln]
(lu [g Duis h Dũdo] u [h Duis], ru [l Wuta r Boch]
(lu [h Wuta], ru [h Boch]))

This formula characterizes the context plus the way to handle it optimally with respect to certain problems.

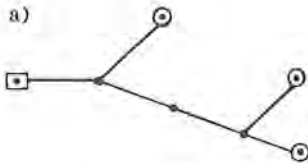
Fig. 8: Bookkeeping Solutionsets of Problems

The next figure (Fig. 9), our last one, shows how the *bookkeeping* (or *filing*) techniques of labeling decision points can be used in the framework of (appropriately modified) *context change logics* to solve problems posited by (linguistic) *questions*. Thus we arrive at a point where in principle, though not spelled out in complete detail, we manage to meet all the criticisms maintained against many other formal approaches to the linguistic phenomenon of questions.

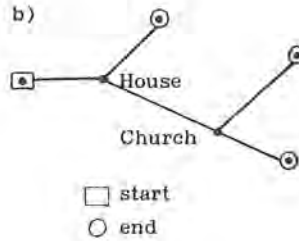
Path-Descriptions

topological maps (as opposed to metrical maps)

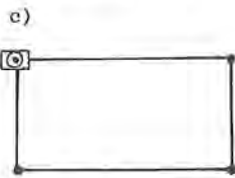
maps



marked maps



conditioned maps



The Context Change Logic of Path Description Generation

Expressions of the Language(s) of map - context description:

- a) $su(lue, rugu(lue, gue))$
- b) $su(House(lue, ruChurch(lue, gue)))$
- c) $surururue [e = s]$

Alphabet:

- s Startpoint
- u Straight Unit
- r Right Turn
- l Left Turn
- g Straight on
- e Endpoint

Interpretation:

$h('Church-?', s\alpha) \equiv \text{YOU ARE HERE} \quad \circ \quad h('Church-?', \alpha)$
 $h('Church-?', u\alpha) \equiv \text{THEN GO ONE BLOCK} \quad \circ \quad h('Church-?', \alpha)$
 $h('Church-?', Church \alpha) \equiv \text{HERE IS THE CHURCH.}$
 $h('Church-?', (l\alpha, r\beta)) \equiv h('Church-?', r\beta), \text{ if } Church \in \beta$
 $\quad \quad \quad h('Church-?', l\alpha), \text{ if } Church \in \alpha$
 $\quad \quad \quad \text{THERE IS NO CHURCH, otherwise}$
 $h('Church?', l\alpha) \equiv \text{THEN GO LEFT} \quad , \quad h('Church?', \alpha)$
 $h('Church?', r\alpha) \equiv \text{THEN GO RIGHT, } h('Church?', \alpha)$
 $h('Church-?', House \alpha) \equiv h('Church-?', \alpha)$
 $h('Church-?', e) \equiv \text{THERE IS NO CHURCH, SORRY.}$

Example:

b) You are here, then go one block. Then go right, then go one block.
 Here is the church.

Fig. 9

In other papers and books (cf. BALLMER 1978) I have shown that basically the same bookkeeping techniques (of introduction, transfer and resumption of individuals, say) can be used for a treatment of many other linguistic phenomena (e.g. act of reference, presupposition, speech acts in general, texts).

7. SUMMARY

Human language can be considered to be a set of *instruments* which is used by human beings as a means to interfere with the world in which they live. Such interference may change or maintain certain states of the world, they may or may not be consciously controlled and they may or may not serve a definite purpose. Nevertheless for all these cases natural language can be considered to be a set of *aids* (normally) required to attain certain changes in the *undisturbed* course of events. This *Instrumental Character of Natural Language* (cf. BALLMER 1978) is the underlying view taken here by the author.

In this paper we wanted to investigate the semantics and pragmatics of *questions*. Can we expect any new insights from the instrumental character of NL (natural language) into this task of semantics and pragmatics?

This paper *showed* that by developing context change logics, intrinsically connected with the instrumental character of NL in such a direction as to enrich contextual structures by bookkeeping (or filing) techniques, we get a formalism which, at the same time is both powerful and provides us with a fruitful metaphor of dealing with *questions*, *answers* and the fundamentally connected *problem solving processes*. The cybernetic background of human action can be adduced in this manner to formalization.

NOTES

- ¹ The program of *Language Reconstruction Systems* (cf. BALLMER 1978) is meant to *reconstruct* the *dynamic* (not neglecting the *structural*) aspects of language use and *instrumental* abilities of human beings.

REFERENCES

- Austin, J.L. (1962): *How to do things with words*. Oxford.
- Åqvist, L. (1965): A new approach to the logical theory of interrogatives. Uppsala.
- Ballmer, Th.T. (1977): *The instrumental character of natural language*, (Habilitationsschrift)
- Ballmer, Th.T. (1978): *Logical grammar*, Amsterdam.
- Belnap, N.D./Steel, Th.B. (1976): *Logic of questions and answers*. New Haven.
- Egli, U./Schleichert, H. (1976): Bibliography of the theory of questions and answers, in: Belnap, N.D./Steel, Th.B., *Logic of questions and answers*. New Haven, pp. 155-200.
- Harrah, D. (1961): A logic of questions and answers, in: *Phil. of science* 28, pp. 40-46.
- Hintikka, J. (1974): Questions about questions, in: Munitz, M.K./Unger, P.K. (Eds.): *Semantics and philosophy*. New York, pp. 103-158.

- Katz, J.J. (1968): The logic of questions, in: van Rootselaar, B./Staal, J.F. (Eds.): *Logic, philosophy and methodology of science III*. Amsterdam, pp. 463-493.
- Keenan, E.L./Hull, R.D. (1973): The logical presuppositions of questions and answers, in: Franck, D./Petöfi, J. (Eds.): *Präsuppositionen in Philosophie und Linguistik*. Frankfurt, pp. 441-466.
- Lewis, D.K. (1969): General semantics, in: Davidson, D./Harmann, G. (Eds.): *Semantics of natural language*. Dordrecht.
- Wunderlich, D. (1976): *Studien zu Sprechakttheorie*. Frankfurt.

THE SEMANTICS OF QUESTION SETS

David Harrah

This paper deals with the theory of questions, but from a practical point of view. Our motivation comes from a practical problem: In communication situations, when a complex message arrives, how do we know what kind of reply the message calls for? When the message consists of just a single question, the matter is simple; we know that the message calls for a direct answer to the question. When the message contains many questions, however, or questions that are embedded in complex sentences, or questions that have questionable presuppositions, then the matter is more difficult. Furthermore, some sentences that do not express questions in the usual sense nevertheless behave like questions in that they somehow call for replies, or at least are vulnerable to specific sorts of reply that are known in advance. (Example: *Let's go to the library today. No; it's closed.*) If the message contains any such sentences, reply to the message should contain reply to those sentences. This paper outlines a theory of such sentences and the replies appropriate to messages containing them.¹

For definiteness, let us think in terms of a particular formal language *L*. This language has a d-part ('d' for 'declarative') and an e-part ('e' for 'erotetic'). The d-part is itself a standard language, with first-order predicate logic, identity, and descriptions; the e-part is an extension of the d-part. More specifically:

For both the d- and e-parts *L* has a denumerable stock of individual variables *x*, *y*, *z*, the usual connectives (\neg , $\&$, \vee , \supset , \equiv), quantifiers (*U*, *E*), identity (\Rightarrow), and possibly a description operator. It has constants of the usual sorts, including individual constants, *n*-ary predicates, and *n*-ary functors. Term and d-wff (for 'declarative well-formed formula') are defined as usual. Freedom and bondage of variables, and proper substitution of terms for variables, are as usual; a closed term or d-wff has no free variables, and a d-sentence is a closed d-wff. The d-part is given the usual extensional model-theoretic semantics, and a logic that is semantically complete in the usual sense. Let us assume

specifically that the d-logic of L is an axiomatic system with an effectively specified set of d-wffs chosen as axioms, and MP (modus ponens) and Gen (generalization) as the only deduction rules. A d-proof is a finite, non-empty sequence Z of d-wffs such that, for every member F of Z, either F is a d-axiom, or F comes from one or two preceding members of Z by Gen or MP.

For applications in communication situations the users of L want to be able to talk about L and about various set-theoretic constructions on L. Accordingly, L has constants that can be interpreted as expressing the basic notions of set theory and syntax. There is an effectively specified set A^* of d-wffs containing axioms sufficient for ZERMELO's theory of sets and TARSKI's theory of syntax. The *normal* interpretations of L (strictly, of the d-part of L) are those that assign the appropriate meanings to the set-theoretic and syntax-theoretic constants and make the axioms in A^* true. Normal implication is implication restricted to the normal interpretations.

A *d*-derivation from S* is a finite, non-empty sequence Z of d-wffs such that, for every member F of Z, either: (1) F is a d-axiom, or a member of A^* , or a member of S; (2) F comes from two preceding members of Z by MP; or (3) F comes from one preceding member G by Gen, where G is the last member of a subsequence Z' of Z such that Z' is a d-proof. We say that F is *d*-derivable from S* just in case F is the last member of some d*-derivation from S. (Notation: $S \vdash^* F$, and $\vdash^* F$ in the case where S is empty.) Also, S is *d*-derivation consistent* just in case there is no F such that both $S \vdash^* F$ and $S \vdash^* \neg F$. Two d-wffs are *d*-derivation equivalent* if and only if each is d*-derivable from the other.

To construct the e-part of L we need a stock of special operators; let us call them "*atomic erotetic operators*", or *ae-operators*. (Hereafter, 'ae' for 'atomic erotetic'.) We shall assume that there are denumerably many ae-operators, that each ae-operator is effectively recognizable as such, and that the general notion of ae-operator is representable within L via the syntax theory in L.

An *ae-wff* is an expression either of the form $O(Y_1, \dots, Y_n)$ or else of the form $OX(Y_1, \dots, Y_n)$, where O is an ae-operator, X is a string of variables, $n \geq 1$, and each Y_i is either a term or a d-wff.²

The definitions of freedom and bondage are extended from the case of d-wffs to cover ae-wffs as well. Thus, if there are free occurrences of a variable x in Y_i , these occurrences are bound in $OX(Y_1, \dots, Y_n)$ if x is one of the variables in the string X . An *ae-sentence* is an ae-wff with no free variables. The notions of proper substitution and alphabetic variance are defined in the obvious way, just as they are for d-wffs.

There are many ways of assigning erotetic content to ae-wffs, but here we shall consider just one. Let us call it AE^* and characterize it via the following assumptions.

Assumption I. AE^* is a function whose domain is the set of all d-wffs and ae-wffs, and whose range is a set of 4-tuples $\langle I, W, C, P \rangle$.

Assumption II. For each 4-tuple $\langle I, W, C, P \rangle$ in the range of AE^* :

- (1) I is a set of d-wffs.
- (2) W is a subset of I .
- (3) C is a d-wff that is normally implied by every member of I .
- (4) P is a d-wff that is normally implied by every member of W .
- (5) P normally implies C .

Terminology. Where $AE^*(F) = \langle I, W, C, P \rangle$, let us say that:

- (1) The indicated replies to F are the members of I .
- (2) The wanted replies to F are the members of W .
- (3) The assertive core of F is C .
- (4) The assertive projection of F is P .
- (5) The negative reply to F is $\neg P$.
- (6) The corrective reply to F is $\neg C$.
- (7) The direct replies to F are the indicated replies plus the corrective reply.
- (8) The full replies to F are the d-wffs that normally imply direct replies.
- (9) The partial replies to F are the d-wffs that are normally implied by direct replies.
- (10) The relevant replies to F are the full replies plus the partial replies.

Assumption III specifies some examples; it is given in the Appendix. (Note: It is needed for the metatheorems below.)³

Assumption IV. Given any member F of the domain of AE^* , the assertive core of F , the assertive projection of F , and the indicated replies to F are all effectively recognizable as such.

Assumption V. If F is an ae-wff, and G is a direct reply to F , then every variable occurring free in G occurs free in F . Also, every variable occurring free in the assertive projection of F occurs free in F .

Assumption VI. Suppose that F and F' are ae-wffs that are alphabetic variants of each other. Then: (1) Their assertive cores are alphabetic variants of each other. (2) Their assertive projections are alphabetic variants of each other. (3) The indicated replies to F are alphabetic variants of indicated replies to F' , and conversely. (4) The wanted replies to F are alphabetic variants of wanted replies to F' , and conversely.

Assumption VII. If an ae-wff F comes from an ae-wff G by proper substitution of a term b for a variable x , then there is a d-wff G' such that G' is an alphabetic variant of the assertive core of G , and the assertive core of F comes from G' by proper substitution of b for x . Similarly for assertive projections.

This completes our characterization of ae-wffs. The next step is to define the general notion of *e-wff*. This is achieved by the following recursive definition:

- (1) Every d-wff is an e-wff.
- (2) Every ae-wff is an e-wff.
- (3) If F and G are e-wffs, and x is a variable, then $(F \& G)$, $(F \vee G)$, UxF , and ExF are e-wffs.
- (4) If F is an e-wff, and G is a d-wff, then $(G \supset F)$ is an e-wff.
- (5) Nothing is an e-wff unless its being so follows from (1)-(4).

The notions of bondage, freedom, proper substitution, and alphabetic variance are extended to cover e-wffs, in the obvious way. An *e-sentence* is an e-wff with no free variables. For convenience let us say that a *d-set* is a set of d-wffs, and an *e-set* is a set of e-wffs.

If F is an e-wff, then G is the *assertive core* of F just in case G is like F except that, wherever F contains an ae-wff H , G contains the assertive core of H . (Notation: $Acore(F)$) If S is an e-set, then the *assertive core* of S is the set of assertive cores of members of S . (Notation: $Acore(S)$) The concepts of *assertive projection* of F and S are defined similarly. (Notation: $Aproj(F)$ and $Aproj(S)$)

The rules of e^* -derivation are indicated by the schemata below. Names of these rules are given in brackets to the right. In all cases F, F', F'' are e-wffs, but G must be a d-wff. In each case we say that the wff to the right of the arrow is *immediately e^* -derivable* from the wff or wffs to the left of the arrow.

- | | |
|--|-------------------|
| (1) $(F \& F') \rightarrow F$ | [Simp] |
| (2) $(F \& F') \rightarrow (F' \& F)$ | [Commut-&] |
| (3) $((F \& F') \& F'') \rightarrow (F \& (F' \& F''))$ | [Assoc-&] |
| (4) $F, F' \rightarrow (F \& F')$ | [Adj] |
| (5) $(F \vee F) \rightarrow F$ | [Idem- \vee] |
| (6) $(F \vee F') \rightarrow (F' \vee F)$ | [Commut- \vee] |
| (7) $((F \vee F') \vee F'') \rightarrow (F \vee (F' \vee F''))$ | [Assoc- \vee] |
| (8) $(F \vee F') \rightarrow (\text{Acore}(F) \supset F)$ | [DI] |
| (9) $\neg G, (G \vee F) \rightarrow F$ | [MTP] |
| (10) $G, (G \supset F) \rightarrow F$ | [MP] |
| (11) $UxF \rightarrow F'$, where F' comes from F by proper substitution of some term for x | [UI] |
| (12) $ExF \rightarrow (\text{Acore}(F') \supset F')$, where F' comes from F by proper substitution of some term for x | [EI] |
| (13) $F \rightarrow F'$, where F' is any one-step alphabetic variant of F | [AV] |
| (14) $F \rightarrow \text{Acore}(F)$ | [AC] |

We say that Z is an e^* -derivation from S if and only if Z is a finite, non-empty sequence of e-wffs such that, for every member F of Z , either: (1) F is a d-axiom, or a member of A^* , or a member of S ; (2) F comes by Gen [as in d*-derivation]; or (3) F is immediately e^* -derivable from one or two e-wffs that precede F in Z .

An e-wff F is e^* -derivable from S if and only if F is the last member of some e^* -derivation from S . (Notation: $S \vdash_e^* F$) The *assertive content* of S , or $\text{Acont}(S)$ is the set of all d-wffs F such that $S \vdash_e^* F$. A set S *assertively includes* a set S' if and only if $\text{Acont}(S)$ includes $\text{Acont}(S')$. A set S is *assertively consistent* just in case $\text{Acont}(S)$ is d*-derivation consistent.

Metatheorem I. If there is an effective test for deciding whether or not a given object is a member of S , then there is an effective test for deciding whether or not a given finite sequence is an e^* -derivation from S . [Obvious]

Metatheorem II. There is no effective test for deciding, for arbitrary S and F , whether or not $S \vdash_e^* F$. [Church's Theorem]

Metatheorem III. If $S \vdash_e^* F$, then each ae-operator in F occurs also in some member of S .

[This result is an easy corollary of the following result: Suppose that $S \vdash_e^* F$, and that F' is an ae-wff occurring in F . Then there are F'' and Z such that (1) F'' is an ae-wff occurring in some member of S ; and (2) Z is a finite sequence of ae-wffs beginning with F'' and ending with F' , such that, for each member G of Z , if G' immediately follows G in Z , then either G and G' are immediate alphabetic variants of each other, or G' comes from G by proper substitution of terms for variables.]

Metatheorem IV. Let S be any e -set. Then $\text{Acore}(S)$ is d^* -derivation equivalent to $\text{Acont}(S)$; i.e., every member of $\text{Acont}(S)$ is d^* -derivable from $\text{Acore}(S)$, and every member of $\text{Acore}(S)$ is d^* -derivable from $\text{Acont}(S)$. Also, S is assertively equivalent to $\text{Acore}(S)$; i.e., S and $\text{Acore}(S)$ assertively include each other.

Metatheorem V. When applied to d -sets, the rules of e^* -derivation preserve consistency and validity. With e -sets, however, the situation is complex. It could be the case that $S \vdash_e^* F$, where S is d^* -derivation consistent but F is not.

Note that in this system there is no interchange rule; we cannot substitute identical terms or equivalent d -wffs inside the scope of an ae-operator. Nor is there an analogue of the Deduction Theorem. Also, from *Mail the letter* we cannot e^* -derive *Mail the letter or burn it*.

The next few definitions are intended for application in communication situations. Intuitively, the set S is the body of the sender's message, and the set S' contains the beliefs and background knowledge of the receiver.

Let S and S' be any sets. Then: S'' is a *framework for reply to S on the basis of S' via Z* if and only if Z is an e^* -derivation from $S \cup S'$, and S'' is a set

consisting of d- and ae-sentences that are members of Z . The *eroletic content* of S on the basis of S' is the set of all sets S'' such that, for some Z , S'' is a framework for reply to S on the basis of S' via Z . We say that S''' is a *reply set* for S on the basis of S' just in case there are S'' and Z such that S'' is a framework for reply to S on the basis of S' via Z , and S''' is a set of pairs $\langle X, Y \rangle$ such that X is a member of S'' , and Y is a relevant reply to X . We call S''' a *full reply set* for S on the basis of S' if and only if S''' is a reply set for S on the basis of S' , and, for every pair $\langle X, Y \rangle$ in S''' , Y is a full reply to X . The notions of *direct*, *indicated*, *wanted*, *partial*, *negative*, and *corrective* reply set for S on the basis of S' can be defined in a similar way.

We could say that a reply set is complete (and specifically that it is a complete full reply set, a complete partial reply set, or the like) if we could say that it came via a complete e^* -derivation, where a complete e^* -derivation is one that extracts from the given e -set all the content that should be extracted. The next definition is intended to capture this notion. For this definition we understand that a *proper* e -wff is an e -wff that is not a d -wff. In the intended applications, S and S' consist of wffs, while S'' consists of terms. The S and S' here correspond to the S and S' in the definitions concerning reply sets.

Let S , S' , and S'' be any sets, and let Z be an e^* -derivation from SUS' . Then Z is *complete* for S and S'' on the basis of S' if and only if:

- (1) Every e -wff in S is in Z .
- (2) For any e -wff F , if F is in Z , so is $\text{Acore}(F)$.
- (3) For any proper e -wff of the form $(F \ \& \ F')$, if it is in Z , so is F , and so also is $(F' \ \& \ F)$.
- (4) For any proper e -wff $((F \ \& \ F') \ \& \ F'')$, if it is in Z , so is $(F \ \& \ (F' \ \& \ F''))$.
- (5) For any proper e -wff $(F \ \vee \ F')$, if it is in Z , so is F .
- (6) For any proper e -wff $(F \ \vee \ F')$, if it is in Z , so is $(F' \ \vee \ F)$.
- (7) For any proper e -wff $((F \ \vee \ F') \ \vee \ F'')$, if it is in Z , so is $(F \ \vee \ (F' \ \vee \ F''))$.
- (8) For any proper e -wff $(F \ \vee \ F')$, if it is in Z , and F is a proper e -wff, and $SUS' \vdash_e^* \text{Acore}(F)$, then $(\text{Acore}(F) \ \supset \ F)$ is in Z .
- (9) For any proper e -wff $(G \ \vee \ F)$, if it is in Z , and $SUS' \vdash_e^* \neg G$, then $\neg G$ is in Z .
- (10) For any proper e -wff $(G \ \vee \ F)$, if both it and $\neg G$ are in Z , so is F .
- (11) For any proper e -wff $(G \ \supset \ F)$, if it is in Z , and $SUS' \vdash_e^* G$, then G is in Z .
- (12) For any proper e -wff $(G \ \supset \ F)$, if both it and G are in Z , so is F .

- (13) For any proper e-wff UxF , if it is in Z , and F' comes from F by proper substitution (for x) of some closed term in S'' , then F' is in Z .
- (14) For any proper e-wff ExF , if it is in Z , and some F' that comes from F by proper substitution (for x) of some closed term in S'' is such that $SUS' \vdash_e^* \text{Acore}(F')$, then, for some such F' , $(\text{Acore}(F') \supset F')$ is in Z .

Metatheorem VI. For any S, S', S'' , if S' is a d-set, and S'' is a finite set of closed terms, then there exist e*-derivations Z that are complete for S and S'' on the basis of S' if and only if the number of e-wffs in S is finite.

Metatheorem VII. There is no effective method whereby, given arbitrary finite e-sets S and S' , an arbitrary finite set S'' of closed terms, and an arbitrary finite sequence Z , one can determine whether Z is an e*-derivation from SUS' that is complete for S and S'' on the basis of S' .

Metatheorem VIII. Let S be an e-set such that no e-wff in S contains any proper e-wff of the form $(F \vee F')$ or ExF . Let S' be a d-set and S'' a finite set of closed terms. Let Z be an e*-derivation from SUS' that is complete for S and S'' on the basis of S' . Then Z is complete in the following sense: For any ae-sentence F such that $SUS' \vdash_e^* F$, either

- (1) F is in Z , or
- (2) F is AE*-equivalent to some ae-wff in Z (see below), or
- (3) F contains free occurrences of terms that are not in S'' .

[Two ae-wffs F and F' may be said to be AE*-equivalent if and only if:

- (a) $\text{Acore}(F)$ normally implies $\text{Acore}(F')$, and conversely.
- (b) $\text{Aproj}(F)$ normally implies $\text{Aproj}(F')$, and conversely.
- (c) F has indicated replies if and only if F' does.
- (d) Every indicated reply to F normally implies some indicated reply to F' , and conversely.
- (e) Similarly, as in (c) and (d), for wanted replies.]

The paper has concentrated on assertive content and erotetic content. One aspect of e-sets that still awaits exploration is projective content. Paralleling the analysis of assertive content, we might say that the projective content of an e-set S is the set of all d-wffs that are e*-derivable from $\text{Aproj}(S)$. Exactly what further concepts should be defined, and exactly how projective content is related to erotetic content, are still to be determined.

Another aspect of erotetic theory that awaits and invites exploration is the topic of raising and suppressing. For an e-set S to raise an e-wff F , it is necessary that $\text{Acore}(F)$ be in $\text{Acont}(S)$; similarly, for S to suppress F , it is necessary that the negation of $\text{Acore}(F)$ be in $\text{Acont}(S)$. What are the sufficient conditions? Or is a complete theory of these matters impossible to obtain?

APPENDIX

Assumption III. The function AE^* assigns content to particular types of ae-wff as follows. (For heuristic purposes we here use the signs $?^w$, $!^c$, $!^d$, ... as abbreviations for particular ae-operators.)

- (1) *Whether questions*. If F is an ae-wff of the form $?^w(G_1, \dots, G_n)$, where $n \geq 2$, and G_1, \dots, G_n are distinct d-wffs, then the indicated replies to F are G_1, \dots, G_n , the wanted replies to F are G_1, \dots, G_n , the assertive core is $(G_1 \vee \dots \vee G_n)$, and the assertive projection is $(G_1 \vee \dots \vee G_n)$.
[Other types of question can be treated in a way that is more or less analogous to our way of treating whether questions.]
- (2) *Descriptive assertions*. If F is a d-wff, then the one and only indicated reply is F , there are no wanted replies, the assertive core is F , and the assertive projection is F .
- (3) *Fiat s*. If F is an ae-wff of the form $!^f(G)$, where G is a d-wff, then the one and only indicated reply is G , the one and only wanted reply is G , the assertive core is G , and the assertive projection is G .
- (4) *Guarantees*. If F is an ae-wff of the form $!^g(G)$, where G is a d-wff, then there are no indicated replies or wanted replies, the assertive core is G , and the assertive projection is G .
- (5) *Proposals*. If F is an ae-wff of the form $!^p(G)$, where G is a d-wff, then the indicated replies are G and $\neg G$, the one and only wanted reply is G , the assertive core is $(G \vee \neg G)$, and the assertive projection is G .

- (6) **Requests**. If F is an ae-wff of the form $!^R(G)$, where G is a d-wff, then the indicated replies are G , $\neg G$, and $(G \vee \neg G)$, the one and only wanted reply is G , the assertive core is $(G \vee \neg G)$, and the assertive projection is G .
- (7) **Suggestions**. If F is an ae-wff of the form $!^S(G)$, where G is a d-wff, then the indicated replies are G , $\neg G$, and $(G \vee \neg G)$, there are no wanted replies, the assertive core is $(G \vee \neg G)$, and the assertive projection is G .
- (8) **Commands**. If F is an ae-wff of the form $!^C(G)$, where G is a d-wff, then the one and only indicated reply is G , the one and only wanted reply is G , the assertive core is $(G \vee \neg G)$, and the assertive projection is G .
- (9) **Directives**. If F is an ae-wff of the form $!^D(G)$, where G is a d-wff, then the one and only indicated reply is G , there are no wanted replies, the assertive core is $(G \vee \neg G)$, and the assertive projection is G .

NOTES

- ¹ The system presented here is intended to be an improvement on the one presented by Harrah, David: A System for Erotetic Sentences, in: Ross Anderson, Alan et al. (Eds.): The Logical Enterprise, New Haven 1975, pp. 235-245.
- ² Following Belnap, we may call the variables in the string X the "queriables". See Belnap, Jr., Nuel D./Steel, Jr., Thomas B.: The Logic of Questions and Answers, New Haven 1976, p. 25.
- ³ The most important part of Assumption III is the assertion that, for any d-wff F , the assertive core of F is F itself. This assumption is used in the proof of most of the metatheorems given here.

Dietmar Zaefferer

0. EINLEITUNG

Nicht jede Äußerung eines Fragesatzes zählt als (echte) Frage, noch werden Fragen ausschließlich vermittle der Äußerung von Fragesätzen gestellt. Zwei an sich recht triviale Feststellungen, so will es scheinen, und doch werden auch neuere Vorschläge zur Behandlung der Semantik von Interrogativsätzen¹ der einen Aussage gar nicht und der anderen nur sehr partiell gerecht. Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, einen Ansatz vorzuschlagen, der beiden Aussagen in vollum Umfang Rechnung trägt, zumindest in einem Bereich, der die folgenden, wohl wichtigsten, Fälle umfaßt:

1. Die drei Illokutionstypen² der

- (a) echten Fragen
- (b) Prüfungsfragen
- (c) rhetorischen Fragen.

2. Die zum Vollzug von Illokutionen dieser Typen verwendbaren Ausdrucksformen der deutschen

- (a) Interrogativsätze
- (b) Deklarativsätze der Form *Ich frage dich*, α .
(explizit performative Formel für Fragen)
- (c) Imperativsätze der Form *Sag mir*, α !
- (d) Deklarativsätze der Form *Ich bitte dich*, *mir zu sagen*, α .
(eine Form der explizit performativen Formel für Bitten)
- (e) Deklarativsätze der Form *Ich will wissen*, α .
- (f) Interrogativsätze der Form *Kannst du mir sagen*, α ? bzw. *Weißt du*, α ?
wobei α ein indirekter Fragesatz des Deutschen ist.

Es sei noch angemerkt, daß die Frage der internen semantischen Struktur (also der Übersetzung) von indirekten Fragesätzen, die als auch Interrogativsätzen zugrundeliegend angenommen werden, ausgeklammert bleibt. Wichtig für das Folgende ist nur, daß sie einer einheitlichen Kategorie angehören.

1. DIE REDUKTIVEN ANALYSEN

KARTTUNEN (1977, S. 3f.) löst das Problem der Beziehung zwischen Interrogativsätzen und indirekten Fragesätzen auf recht elegante Weise: Interrogativsätze werden zurückgeführt auf Sätze, die die entsprechenden indirekten Fragesätze als Komplement enthalten und die die folgende Form haben:

- (1) *I ask you (to tell me) α .*

wobei α ein indirekter Fragesatz des Englischen ist. Die Klammern sollen offenbar andeuten, daß KARTTUNEN die explizit performativen Formeln einer Frage und die einer Bitte, zu sagen, als äquivalent betrachtet. Diese, so KARTTUNENs Hypothese, sind wiederum äquivalent mit dem entsprechenden Interrogativsatz, sei es durch transformationelle Ableitung, sei es durch eine Interpretationsregel. Alle vier Varianten, die mit und die ohne den eingeklammerten Teil, sowie die mit und die ohne Transformationen seien als reduktive Analysen bezeichnet und werden in diesem ersten Abschnitt behandelt. Zunächst zu den beiden Varianten des transformationellen Ansatzes, der seit ROSS (1970) als 'performative Analyse' bekannt ist.

1.1 DIE PERFORMATIVE ANALYSE

ROSS' Argumente für die performative Analyse lassen sich grob in ein positives und ein negatives Argument zusammenfassen. Das positive Argument lautet: Die performative Analyse gestattet Generalisierungen und eine Beschreibungsökonomie, die ohne sie nicht möglich wären. Das negative Argument lautet: Der einzige ernsthafte Konkurrent für die performative Analyse, nämlich die pragmatische Analyse, leidet an beklagenswerter Unterentwickeltheit. Gegen dieses letztere Argument wurde der zweite Teil dieser Arbeit geschrieben, in dem eine pragmatische Analyse vorgestellt wird, bezüglich derer der Leser dann selbst entscheiden möge, ob sie auch unter beklagenswerter Unterentwickeltheit leidet. Dem positiven Argument sind die unmittelbar folgenden Bemerkungen gewidmet.

Betrachten wir als Beispiel die Frage nach dem Ort, an dem sich das Gold befindet. Diese kann im Deutschen unter anderem wie folgt formuliert werden:

- (2) *Ich frage dich, wo das Gold ist.*
- (3) *Ich bitte dich, mir zu sagen, wo das Gold ist.*
- (4) *Wo ist das Gold?*

Nach den beiden Varianten der performativen Analyse wäre (4) aus den (2) bzw. (3) zugrundeliegenden Strukturen transformationell abgeleitet, und zwar durch Tilgung des übergeordneten Satzes ('performative deletion') und durch Verwandlung des indirekten Fragesatzes in den entsprechenden Interrogativsatz. Betrachten wir nun einige der Erwiderungen, die einem mit einer Äußerung von (2), (3) oder (4) konfrontierten Adressaten natürlicherweise zur Verfügung stehen.

- (5) *Das geht dich nichts an.*

(5) ist offenbar eine kontextbedingt verkürzte Fassung von (6):

- (6) *Wo das Gold ist, geht dich nichts an.*

Das *das* in (5) ist also eine anaphorische Pro-Form für den indirekten Fragesatz *wo das Gold ist*, der daher als nicht nur in (2) oder (3), sondern auch in (4) vorkommend aufgefaßt werden sollte. Dies wäre ein Argument für die zweite der beiden anzunehmenden Transformationen. Wie steht es aber um 'performative deletion'? Prüfen wir hierzu die Grammatikalität und die Bedeutungen von (7), aufgefaßt als Erwiderung auf eine Äußerung von (2), (3) oder (4).

- (7) *Das wirst du ungestraft nicht nochmal tun.*

(7) bedeutet im Kontext von (2) soviel wie (8), im Kontext von (3) soviel wie (9).

- (8) *Mich fragen, wo das Gold ist, wirst du ungestraft nicht nochmal tun.*
- (9) *Mich bitten, dir zu sagen, wo das Gold ist, wirst du ungestraft nicht nochmal tun.*³

Im Kontext von (4) hingegen ist (7) schlicht ungrammatikalisch, obwohl doch so etwas wie (2) oder (3) (4) zugrundeliegen soll. Dies wäre leicht zu erklären, könnten partiell getilgte Strukturen allgemein nicht pronominalisiert werden. Daß dies nicht der Fall ist, möge das folgende Beispiel zeigen. A zeigt B ihr neues Armband und äußert dabei (10), B erwidert (11):

- (10) *Ein Geschenk von Fritz.*
 (11) *Das glaube ich nicht.*

Das *das* in (11) steht nun offenbar nicht für die an der Oberfläche repräsentierten Teile von (10) (das ergäbe (12)), sondern für den Inhalt der ganzen mit (10) ausgedrückten Behauptung, wie aus (13) ersichtlich.

- (12) **Ich glaube ein Geschenk von Fritz nicht.*
 (13) *Ich glaube nicht, daß das Armband ein Geschenk von Fritz ist.*

Getilgtes Material kann also durchaus mit-pronominalisiert werden; daß dies bei 'performative deletion' anders ist, muß bei dieser Regel eigens vermerkt werden und damit zeigt sich, daß die durch die Einführung dieser Regel auf der einen Seite ermöglichte Beschreibungsökonomie von der Notwendigkeit der Hinzunahme neuer Beschränkungen auf der anderen Seite wieder aufgewogen wird. Dies ist für sich genommen noch kein schwerwiegendes Argument gegen die performative Analyse, aber es fügt sich gut in die Fülle von Einwänden, die, angefangen von WUNDERLICH (1971) über GREWENDORF (1972) bis GAZDAR (1976), gegen die performative Analyse vorgebracht wurden. Stärkere Argumente als das gerade skizzierte syntaktische ergeben sich aus der Annahme, daß 'performative deletion' bedeutungserhaltend sei. Sie sind identisch mit Argumenten gegen die beiden nicht-syntaktischen Formen von reduktiven Analysen.

1.2 STIPULIERTE ÄQUIVALENZ - 1. VARIANTE

Die hier zu diskutierenden Behandlungen des Interrogativmodus behaupten keine syntaktischen Ableitungsbeziehungen zwischen Interrogativsätzen und ihren explizit performativen Entsprechungen, sondern sie weisen einfach beiden die gleiche Interpretation zu, d.h. sie stipulieren deren Äquivalenz. Gegenargumente müssen also rein semantischer Natur sein. Sie müssen außerdem unterscheiden zwischen der ersten Variante mit der explizit performativen Formel für Bitten, zu sagen, und der zweiten Variante mit der explizit performativen Formel für Fragen. (Der Unterschied zwischen den beiden Varianten wird im Englischen dadurch etwas verwischt, daß in beiden Formulierungen *ask* vorkommt.) Wenden wir uns zunächst der leichter angreifbaren ersten Variante zu. Sie behauptet für beliebige Sätze der Form (14) und (15),

(14) $\alpha ?$

(15) *Ich bitte dich, mir zu sagen, α' .*

wobei $\alpha ?$ ein Interrogativsatz des Deutschen und α' der entsprechende indirekte Fragesatz ist, die semantische Äquivalenz. Diese Behauptung erscheint mir in zweifacher Hinsicht falsch. Zum einen siedelt sie eine Beziehung auf der wahrheitswertsemantischen, also lokutionären Ebene an, die der sprechaktsemantischen, also illokutionären Ebene⁴ zugehört, zum anderen ist die Behauptung einer symmetrischen Beziehung (Äquivalenz ist ja wechselseitige Folgerung) zu stark, haltbar ist nur die einer einseitigen Folgerung. Auf den ersten Punkt werde ich im folgenden Abschnitt eingehen, zunächst zum zweiten Punkt. Zwar ist wohl, für einen dominanten Sinn von *fragen*, nicht zu bezweifeln, daß, wer immer mittels der Äußerung eines Ausdrucks der Form (15) seinen Adressaten bittet, ihm α' zu sagen, diesen auch nach α' fragt. Wer hingegen mittels einer Äußerung eines Ausdrucks der Form (14) seinen Adressaten nach α' fragt, der bittet ihn noch nicht notwendigerweise, ihm α' zu sagen: Er könnte ihn ja auch, je nach Tonfall, dazu auffordern oder es ihm gar befehlen, und er könnte ihn bitten oder auffordern oder ihm befehlen, ihn α' schriftlich oder auf sonst irgendeine Weise wissen zu lassen.

1.3 STIPULIERTE ÄQUIVALENZ - 2. VARIANTE

Die zweite Variante der rein semantischen reduktiven Analysen behauptet die Äquivalenz von Sätzen der Form (16) mit solchen der Form (17),

(16) $\alpha ?$

(17) *Ich frage dich, α' .*

wobei α' wiederum als der dem Interrogativsatz $\alpha ?$ entsprechende indirekte Fragesatz aufzufassen ist. Ein erster Angriff auf diese Position könnte ganz analog zu dem im letzten Abschnitt vorgebrachten verlaufen und auf die Möglichkeit pluralischer Sprecher- und Adressatenreferenz verweisen. Der Angriff ließe sich zurückweisen durch eine Umformulierung von (17) in (18):

(18) *Ich oder wir frage oder fragen dich oder euch, α' .*

Dem Einwand, dies sei denn doch eine äußerst künstliche Formulierung, kann entgegengehalten werden, daß auch schon (17) gegenüber (16) relativ selten gebraucht werden dürfte, worauf es ankomme, sei lediglich die semantische Äquivalenz.

Ein zweiter Angriff, nunmehr gegen die mithilfe von (18) präzierte Position, ließe sich *per analogiam* führen. Wie leicht zu zeigen ist, läßt sich weder bei der deklarativen noch bei der imperativen Satzart eine explizit performative Formel angeben, die allgemein als die einzige entsprechende Paraphrase gelten könnte⁵. Eine reduktive Analyse mit stipulierter Äquivalenz ist also dort nicht möglich. Will man die Interpretation der Satzarten einheitlich gestalten, so muß man also auch beim interrogativen Modus auf diese Methode verzichten. Warum aber, so ließe sich einwenden, sollte man der interrogativen Satzart nicht einen Sonderstatus einräumen? Nur, weil man traditionell deklarative, interrogative und imperative Satzart auf eine Ebene stellt?

Es bleibt, den dritten, meines Erachtens schwerwiegendsten und alle reduktiven Analysen gleichermaßen treffenden Einwand ins Feld zu führen, den der Verwechslung von lokutionärer und illokutionärer Bedeutung. Erstere sei hier aufgefaßt als wahrheits(mit)bestimmende Bedeutung, im Falle der Deklarativsätze also als Funktion von Bezugspunkten in Wahrheitswerte. Der Witz bei den explizit performativen Formeln (die ja auch Deklarativsätze sind) ist nun der, daß ihre Wahrheitsbedingungen identisch sind mit den Glücksbedingungen für ihren Gebrauch in explizit performativen Äußerungen. Interrogativsätze hingegen erhalten üblicherweise keine lokutionäre Bedeutung des gleichen Typs. zugeordnet wie Deklarativsätze. Nehmen wir dies dennoch einmal probeweise an. Dann wären die Wahrheitsbedingungen für Sätze der Form (16) nach der These von der semantischen Äquivalenz identisch mit den Wahrheitsbedingungen für entsprechende Sätze der Form (18), und damit identisch mit den Bedingungen dafür, daß eine Äußerung eines entsprechenden Satzes der Form (18) als Frage nach α glückt. Dies ist aber sicher nicht der Fall, denn es sind leicht Umstände denkbar, unter denen z.B. zwar eine Äußerung von (19), nicht aber eine Äußerung von (20) als Frage nach der Uhrzeit glücken kann:

(19) *Wie spät ist es?*

(20) *Ich oder wir frage oder fragen dich oder euch, wie spät es ist.*

Damit scheint mir die gemeinsame Annahme aller reduktiven Analysen, daß es nämlich semantische Äquivalenz zwischen Interrogativsätzen und hinreichend geschickt formulierten entsprechenden Deklarativsätzen gebe, zurückgewiesen.

2. DIE ALTERNATIVE: EINE INTENSIONALLOGISCH FUNDIERTE PRAGMATISCHE ANALYSE

Als Alternative zu den aus den genannten Gründen verworfenen reduktiven Analysen soll nun ein Ansatz dargestellt werden, der den Namen pragmatische Analyse insofern verdient, als er das Problem der Sprechakttypenzuordnung nicht der Syntax oder Semantik allein überläßt, sondern in einem spezifisch pragmatischen Teil der Grammatik aus dem Zusammenwirken der Komponenten Ausdruck, Bedeutung und Situation erklärt. Da er schon syntaktisch zwischen solchen Teilausdrücken, die die L-Bedeutung (wahrheitswertbezogene Bedeutung) determinieren, und solchen, die nur auf die Illokutionszuordnung Einfluß haben, unterscheidet, ist er als Variante der in LEWIS (1972) verworfenen Methode der Satzradikale ('sentence radicals')⁶ anzusehen. Ausgangspunkt ist der formale Rahmen der Montague-Grammatik⁷, der natürlich für die anstehenden Zwecke entsprechende Erweiterungen erfahren mußte.

2.1 SYNTAX UND L-SEMANTIK

Das vorzustellende System ist ein indirekt interpretierendes, d.h. seiner Objektsprache ist eine logische Explikationssprache beigegeben, in die objektsprachliche Ausdrücke erst übersetzt werden müssen, bevor ihr Denotat bestimmt werden kann. Dieses Verfahren, bei MONTAGUE nur aus Gründen der Durchsichtigkeit dem der direkten Interpretation vorgezogen, erweist sich bei der vorzustellenden Erweiterung (jedenfalls für nicht ungewöhnlich reiche Objektsprachen) als einzig mögliches. (Dazu weiter unten unter 2.2.) Basiskategorien der Objektsprachensyntax sind e (wie bei MONTAGUE), v⁰ (für nullstellige Verben, d.h. wahrheitswertfähige Ausdrücke; bei MONTAGUE t) sowie f (soll an 'force' erinnern, da ausschließlich Einheiten dieser Kategorie Träger illokutionärer Rollen sind; fehlt bei MONTAGUE). Angehörige aller drei Hauptsatzarten, also Deklarativsätze, Imperativsätze und Interrogativsätze fallen in die Kategorie f. Die zugehörigen Satzradikale hingenen, und hier liegt

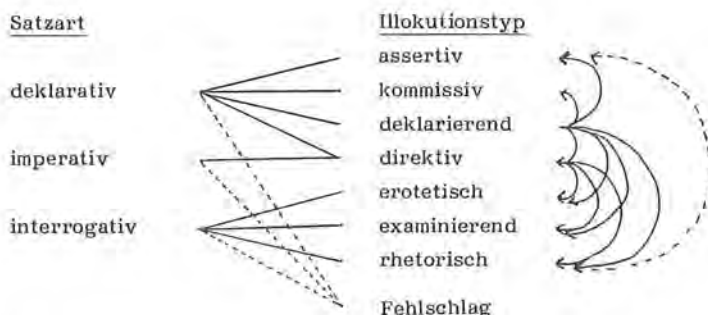
ein deutlicher Unterschied zu der von STENIUS vorgeschlagenen Variante der Methode der Satzradikale, gehören verschiedenen Kategorien an: Der Kategorie \underline{v}^0 im Fall der Deklarativsätze sowie der Imperativsätze⁸ und der Kategorie \underline{Q} der indirekten Fragesätze im Falle der Interrogativsätze. Die Sätze entstehen aus den Satzradikalen durch Hinzufügung der Satzartindikatoren Wortstellung, Verbmodus (Indikativ vs. Imperativ) und Intonation (Interpunktion). Die Übersetzungen der Sätze entstehen aus den Übersetzungen der Satzradikale durch Präfigierung der Operatoren dec , imp bzw. int^9 . Genau diese Ausdrücke gehören dem neu hinzugefügten Basistyp \underline{f} an, für alle anderen explikationssprachlichen Ausdrücke ist die Typenzuordnung mit der in PTQ¹⁰ definierten identisch. Die Denotatzuordnung für explikationssprachliche Ausdrücke zerfällt in zwei Teile: Ausdrücke aller Typen mit Ausnahme des Typs \underline{f} erhalten Denotate der üblichen Art zugeordnet mittels der Referenzzuordnungsfunktion $\text{ROL}_{\underline{g}}^{\underline{i}}$ (für die Interpretationsbasis α , den Bezugspunkt \underline{i} und die Variablenbelegung \underline{g}). Ist z.B. ϕ die Übersetzung eines objektsprachlichen Ausdrucks der Kategorie \underline{v}^0 , so gilt $\text{ROL}_{\underline{g}}^{\underline{i}}(\phi) \in \{0,1\}$, m.a.W. ϕ denotiert an beliebigen Bezugspunkten und unter beliebigen Variablenbelegungen einen Wahrheitswert. Die entsprechende Intension ist dann wie üblich eine Funktion von der Menge der Bezugspunkte in die Menge der Wahrheitswerte. Allgemein: Wenn α ein Ausdruck des Typs \underline{a} ($\underline{a} \neq \underline{f}$) ist, so ist die Intension von α eine Funktion von der Menge der Bezugspunkte in die Menge der möglichen Denotate von Ausdrücken des Typs \underline{a} . In Anlehnung an den AUSTINSchen Terminus der Lokution (so nennt er den Akt des Etwas-mit-einer-bestimmten-Bedeutung-Sagens) sollen Intensionen auch L-Bedeutungen heißen. L-Bedeutung haben demzufolge nur Ausdrücke, die nicht dem Typ (bzw. der Kategorie) \underline{f} angehören. Da jeder (desambiguierte) Satz aber genau einen Satzrumpf hat, läßt sich die L-Bedeutung eines Satzes leicht definieren als die L-Bedeutung seines Satzrumpfes. Entsprechend läßt sich das L-Denotat eines Satzes an einem Bezugspunkt \underline{i} definieren als der Wert von $\text{ROL}_{\underline{g}}^{\underline{i}}$ für den zugehörigen Satzrumpf. Es ist zu unterscheiden vom Il-Denotat eines Satzes, d.h. der dem Satz am jeweiligen Bezugspunkt (unter einer gegebenen Variablenbelegung) zugeordneten Illokution.

2.2 ILLOKUTIONSZUORDNUNGEN

Bevor das Funktionieren der Il-Denotatzuordnung für Ausdrücke des Typs \underline{f} (und damit für Sätze) skizziert werden kann (die Definition findet sich im Anhang), ist es notwendig, zwei Eigenarten der zugrunde gelegten Interpreta-

tionsbasis Ω zu erläutern. Bezugspunkte sind hier nicht, wie z.B. in PTQ, geordnete Paare, bestehend jeweils aus einer möglichen Welt und einem Zeitpunkt, sondern Tripel, die zusätzlich als erste Komponente noch ein Individuum, aufgefaßt als der mögliche Sprecher, enthalten. So ist das Denotat des Wörtchens *ich* an jedem Bezugspunkt grob gesprochen das erste Glied dieses Bezugspunkts. Alle anderen relevanten Situationsmerkmale werden als Komponenten der Werte einer Funktion *sit* aufgefaßt, deren Argumentbereich die Menge der Bezugspunkte ist. Für die Zwecke der vorliegenden Arbeit genügt es, wenn *sit* für jeden Bezugspunkt *i* zwei Dinge spezifiziert: Zum einen den möglichen Adressaten¹¹ an *i* und zum andern den illokutionären Spielraum des Sprechers an *i*. Dieser Spielraum kann aufgefaßt werden als die Menge der Illokutionen, die der Sprecher an *i* mittels der Äußerung eines bestimmten sprachlichen Ausdrucks zu vollziehen imstande wäre. So befindet sich z.B. die Illokution des Dem-Adressaten-für-etwas-eine-Rüge-Erteilens nur im illokutionären Spielraum hierfür ermächtigter Personen, während die Illokution des Den-Adressaten-Grüßens weit weniger Beschränkungen bezüglich der Spielräume, in denen sie vorkommt, unterliegen dürfte. Der Begriff des illokutionären Spielraums entspricht dem, was AUSTIN Glückensbedingungen nennt. Formal gesehen liegt der Wertebereich von *sit* in $\text{Exp}(P(I))^P$, wobei E der Individuenbereich ist und $P(P(I))^P$ die Menge der Funktionen von Sätzen in Mengen von Mengen von Bezugspunkten (einer Menge von Bezugspunkten entspricht genau eine Proposition, Illokutionen sind spezielle Propositionen).

Was hat nun eine Illokutionszuordnung zu leisten? Sie hat, bezogen auf einen gegebenen Satz ϕ und einen Bezugspunkt *i* zu bestimmen, als Vollzug welcher Illokution eine Äußerung von ϕ an *i* gälte, und zwar in Abhängigkeit (a) von der L-Bedeutung von ϕ , (b) von der Satzart von ϕ und (c) vom illokutionären Spielraum des möglichen Sprechers an *i*. Da Illokutionen ja Propositionen sind, formal repräsentiert durch Funktionen von Bezugspunkten in Wahrheitswerte, gibt es natürlich auch Folgerungen zwischen Illokutionen. Die folgende Graphik veranschaulicht die möglichen Zuordnungen von Sätzen der drei Hauptsatzarten zu sieben der wichtigsten Illokutionstypen bzw. der Restkategorie 'Fehl-schlag' (d.h. 'illokutionär nicht interpretierbar'), die Pfeile rechts außen illustrieren die möglichen Folgerungsrelationen zwischen Illokutionen verschiedener Typen:



Technisch läßt sich die Illokutionszuordnung bezüglich \mathcal{O} , i und g darstellen als eine Funktion $FO_{\mathcal{O}}^i$, deren Argumentbereich die Menge der wohlgeformten Ausdrücke vom Typ \underline{f} ist und deren Wertebereich in D_f liegt. Für die Bestimmung der Propositionen, die die Werte der Illokutionszuordnungen darstellen (vgl. Anhang (D1)) erweist es sich als notwendig, explikationssprachliche Konstanten zu verwenden, die keine Übersetzungen objektsprachlicher Konstanten darstellen, nämlich Kom, Ass, Dir, Ero, Exa und Rhe. Diese stehen für die Illokutionstypen kommissiv (z.B. Versprechen), assertiv (z.B. Behaupten), direktiv (z.B. Bitten), erotetisch (echte Frage), examinierend (Prüfungsfrage) und rhetorisch (rhetorische Frage). Der Illokutionstyp der Deklaration bedarf keiner eigenen explikationssprachlichen Konstante, da bei ihm das Il-Denotat mit der L-Bedeutung des geäußerten Ausdrucks, d.h. der ausgedrückten Proposition, identisch ist (vgl. Anhang (D1) 1., die erste Klausel). Unter Deklarationen fasse ich vor allem, einem Vorschlag von Irene HEIM (1976) folgend, Äußerungen von explizit performativen Formeln unter Umständen, die die ausgedrückte Proposition am Bezugspunkt wahr machen:

Nun haben die erwähnten explikationssprachlichen Konstanten zwar keine direkten Gegenstücke in der Objektsprache, sie stehen aber mit Konstanten, die direkte Übersetzungen objektsprachlicher Grundaussprüche sind, in festen Bedeutungsbeziehungen, d.h. selbst wenn sie nicht mittels solcher Konstanten definierbar sein sollten, so kann man sie mit deren Hilfe zumindest partiell charakterisieren. Dies geschieht in einer Reihe von Bedeutungspostulaten, die im folgenden in umgangssprachlichen Paraphrasen wiedergegeben sind (für eine genaue Formulierung vgl. den Anhang):

- BP1 Alle Behauptungen sind Assertionen.
- BP2 Alle Versprechen sind Kommissive.
- BP3 Alle Bitten sind Direktive.
- BP4 Alle Kommissive haben zukünftige Sprechereigenschaften zum Inhalt.
- BP5 Alle Direktive haben zukünftige Adressateneigenschaften zum Inhalt.
- BP6 Nur eine bestimmte Klasse von Sachverhalten ist deklarierbar.
- BP7 Fragen sind genau die erotetischen, exminierenden oder rhetorischen Illokutionen.
- BP8 Bei allen erotetischen Illokutionen will der Sprecher den Inhalt wissen.
- BP9 Bei allen examinierenden Illokutionen glaubt der Sprecher den Inhalt zu wissen und will wissen, ob der Adressat ihn weiß.
- BP10 Bei allen rhetorischen Illokutionen glaubt der Sprecher, daß der Adressat den Inhalt weiß, und er will ihn nicht wissen.
- BP11 Alle Direktive an den Adressaten, etwas mit einem bestimmten Inhalt zu sagen, sind erotetische oder examinierende Illokutionen dieses Inhalts.
- BP12 Für alle Bezugspunkte i, alle Sätze ϕ und alle nicht-falschen Propositionen p gilt: Wenn ϕ an i das Il-Denotat p hat und ϕ an i geäußert wird, dann ist p wahr an i.

Das letzte Postulat nimmt in dieser Reihe insofern einen Sonderstatus ein, als es eine Grundregel darstellt: Die Gebrauchsregel nämlich, von der alle kompetenten Benutzer der fraglichen Sprache ausgehen. Die Formulierungen der Bedeutungspostulate sind sicherlich noch verbesserungsfähig. Zumindest ist es bei der vorliegenden Formulierung noch nicht möglich, die Folgerungsbeziehung zwischen rhetorischen Illokutionen und Assertionen (in der obigen Graphik durch den gebrochenen Pfeil rechts außen dargestellt) zu explizieren.

2.3 WAS DIE ANALYSE LEISTET

Immerhin lassen sich mithilfe des vorgestellten Apparates die meisten der Beziehungen zwischen verschiedenen Formulierungen verschiedener Typen von Fragen bereits präzise formulieren. Die Definitionen der hierfür noch notwendigen Begriffe der möglichen Illokution des Typs X, der beschränkten Il-Folgerung sowie der beschränkten Il-Konsequenz sind aus Gründen der Lesbarkeit in den Anhang verbannt ((D2.1)-(D2.5), (D4) und (D5)), hier sei nur kurz dargelegt, warum von beschränkten Folgerungsbegriffen Gebrauch ge-

macht wird. Illokutionen sind spezielle Propositionen und werden wie diese formal dargestellt als Funktionen von Bezugspunkten in Wahrheitswerte. Somit wäre eine Relation 'q folgt aus p' zwischen Illokutionen leicht definierbar als genau dann erfüllt, wenn q für alle Bezugspunkte, für die p den Wert 1 liefert, ebenfalls den Wert 1 hat. Diese Relation kann aber nun nicht einfach auf die entsprechenden Illokutionsträger (Sätze) übertragen werden, da deren Il-Denotat sich ja von Bezugspunkt zu Bezugspunkt ändern kann. (Selbst bei den – im gegebenen Fragment – ansonsten eindeutigen Imperativsätzen besteht die Möglichkeit des Fehlschlags.) Man muß daher die Il-Folgerung zwischen Sätzen einschränken auf solche Bezugspunkte, an denen sie ein fixes Il-Denotat haben, d.h. an denen sie mögliche Träger einer Illokution eines bestimmten Typs sind (möglich, da die Il-Denotate den Sätzen ja unabhängig davon zukommen, ob sie geäußert werden oder nicht). Nun die versprochenen Explikationen.

(A) Die Beziehung zwischen Interrogativsätzen und den entsprechenden explizit performativen Fragen

(2) *Ich frage dich, wo das Gold ist.*

(4) *Wo ist das Gold?*

Sei J die Menge der Bezugspunkte i , so daß (2) eindeutig eine mögliche Deklaration und (4) eine mögliche erotetische, examinierende sowie rhetorische Illokution an i ist. Dann ist (4) eine J-II-Folgerung aus (2), und umgekehrt: (4) und (2) sind also im betrachteten Fragment J-II-äquivalent¹² (aber nicht L-äquivalent!). Beweis über die Definitionen (D2.1), (D2.3)–(D2.5) und BP7.

(B) Die Beziehung zwischen Interrogativsätzen und den entsprechenden explizit performativen Bitten, zu sagen

(3) *Ich bitte dich, mir zu sagen, wo das Gold ist.*

Sei J wie oben, mit (3) an der Stelle von (2). Dann ist (4) eine J-II-Folgerung aus (3), aber nicht umgekehrt. Beweis über (D2.1), (D2.3)–(D2.5), BP3 und BP11.

(C) Die Beziehung zwischen Interrogativsätzen und den entsprechenden Direktiven, zu sagen

(21) *Sag mir, wo das Gold ist!*

Sei J die Menge der Bezugspunkte i , so daß (4) eine mögliche erotetische, examinierende oder rhetorische Illokution an i und (21) ein möglicher Direktiv an i ist. Dann ist (4) eine J-II-Folgerung aus (21), aber nicht umgekehrt. Beweis über (D2.2)-(D2.5) und BP11.

(D) Die Beziehung zwischen Interrogativsätzen und den entsprechenden Assertionen, daß der Sprecher wissen will

(22) *Ich will wissen, wo das Gold ist.*

Obwohl BP8 einen Zusammenhang zwischen dem erotetischen Gebrauch von (4) und der in (22) ausgedrückten Proposition herstellt, gibt es keinen beschränkten II-Folgerungszusammenhang gemäß (D3) zwischen (4) und (22). BP8 stellt zwar sicher, daß, wer immer eine echte Frage nach etwas stellt, dies auch wissen will, aber nicht, daß er auch assertiert, daß er es wissen will. Ich glaube auch nicht, daß dies wünschenswert wäre. Die Umkehrung gilt ohnehin nicht: Wer assertiert, daß er etwas wissen will, stellt damit nicht notwendigerweise eine Frage, er kann genausogut damit zufrieden sein, wenn dem Adressaten seine Interessen bekannt sind (z.B. wenn er begründen möchte, wieso er das ganze Zimmer auf den Kopf stellt). Für Beziehungen der Art, wie sie zwischen (4) in seinem erotetischen Gebrauch und (22) besteht, wurde der Begriff der beschränkten II-Konsequenz definiert (vgl. Anhang (D4)). Er erlaubt über die Beispielsätze die folgende Aussage: Sei J die Menge der Bezugspunkte i , so daß (4) eine mögliche erotetische Illokution an i ist. Dann ist (22) eine J-II-Konsequenz aus (4). Beweis über (D2.3) und BP8.

(E) Die Beziehung zwischen Interrogativsätzen und entsprechenden Fragen nach speziellen Eigenschaften des Adressaten

(23) *Kannst du mir sagen, wo das Gold ist?*

(24) *Weißt du, wo das Gold ist?*

Der Zusammenhang dieser Formulierungen, die auf die Erfüllung notwendiger Bedingungen für eine Antwort abzielen, mit dem entsprechenden Interrogativsatz sollte meines Erachtens nicht durch Bedeutungspostulate, sondern durch Konversationspostulate geklärt werden. Es handelt sich hier offenbar um asymmetrische Fragen¹³, bei denen in den meisten Fällen nur die negative Antwort für sich genommen Witz hat, während die positive Antwort nach einer Fortsetzung verlangt: *Ja, unter der dritten Fußbodenbohle vor der Fensterwand.* (Womit auch diese leidige Frage endlich beantwortet wäre.)

ANHANG: SKIZZE EINES DEUTSCH-FRAGMENTS UND DEFINITIONEN

IFD sei ein interpretiertes Deutsch-Fragment der in Zaefferer 1979 definierten Art, d.h. ein Quadrupel $\langle LD, tr, LE, \mathcal{I} \rangle$, wobei LD das objektsprachliche und LE das explikationssprachliche Ausdruckssystem von IFD ist, tr die Übersetzungsfunktion von LD- in LE-Ausdrücke (die Ausdrücke von LD sind als disambiguiert aufzufassen) und \mathcal{I} die zu IFD gehörige Interpretation. LD besteht aus der Kategorienmenge Kat , der Menge seiner Grundausdrücke und der Menge seiner wohlgeformten Ausdrücke. Eingeschlossen in letzterer ist P_f , die Menge der Ausdrücke der Kategorie \underline{f} , d.h. der Sätze von LD. Insbesondere soll gelten: $(2), (3), (4), (21), (22) \in P_f$.

LE besteht aus der Typenmenge Typ , der Menge seiner Grundausdrücke und der Menge seiner wohlgeformten Ausdrücke. Eingeschlossen in letzterer ist WA_f , die Menge der Ausdrücke des Typs \underline{f} .

tr ist eine Funktion von P_A in $WA_{r(A)}$ ($A \in Kat$, $r(A) \in Typ$; r weist den Kategorien die entsprechenden Typen zu).

Sei nun Q die Kategorie der indirekten Fragesätze und β eine Abkürzung für die Übersetzung von *wo das Gold ist* (also $\beta \in WA_{r(Q)}$). Seien $(2'), (3'), (4'), (21'), (22') \in WA_f$:

- (2') dec *fragen'*($\wedge sp, \wedge ad^*, \wedge \beta$)
- (3') dec *bitten'*($\wedge sp, \wedge ad^*, \wedge sagen'_2(\wedge \beta, \wedge sp^*)$)¹⁴
- (4') int β
- (21') imp $W \wedge sagen'_2(\wedge ad, \wedge \beta, \wedge sp^*)$
- (22') dec *wollen'*($\wedge sp, \wedge wissen'_2(\wedge \beta)$)

Es gilt: $tr(ich) = sp^*$, $tr(du) = ad^*$.

Ferner gelte, für $n \in \{2, 3, 4, 21, 22\}$: $tr((n)) = (n')$.

Die zu IFD gehörige Interpretation \mathcal{I} besteht aus einer Interpretationsbasis \mathcal{O} , sowie je einer Familie von Referenz- und Illokutionszuordnungsfunktionen. \mathcal{O} enthält den Individuenbereich E , die Menge möglicher Welten W und die Menge der Zeitpunkte T . $ExW \times T$ heiße I oder die Menge der Bezugspunkte. G sei die Menge der Variablenbelegungen. Für jedes $\underline{a} \in Typ$ ist in \mathcal{I} ein $D_{\underline{a}}$ definiert, das die Menge möglicher Denotate für Ausdrücke von Typ \underline{a} darstellt. Insbesondere gilt: $D_t = \{0, 1\}$ und $D_f \supseteq D_t^I$. sif ist eine Funktion von I in $Exp(P(I))^{P_f}$. RO_g^i , die Referenzzuordnung für LE bezüglich \underline{i} und \underline{g}

$(\underline{i} \in I, \underline{g} \in G)$, ist wie üblich definiert, insbesondere gilt: $\text{ROL}_{\underline{g}}^{\underline{i}}(\text{sp}) = (\underline{i})_1$ (d.h. das erste Glied von \underline{i}) sowie $\text{ROL}_{\underline{g}}^{\underline{i}}(\text{ad}) = (\text{sit}(\underline{i}))_1$ (d.h. das erste Glied des Wertes von sit für \underline{i}).

(D1) I I - Denotatzuordnungen für LE

Für alle $\underline{i} \in I$ und alle $\underline{g} \in G$ ist $\text{FOL}_{\underline{g}}^{\underline{i}}$ eine Funktion mit dem Argumentbereich $\text{WA}_{\underline{t}}$, deren Wertebereich in $D_{\underline{t}}$ liegt und deren Werte wie folgt bestimmt sind: (Notationskonventionen: (a) Wahrheitsmenge: Wenn $p \in \{0,1\}^I$, dann $x = \bar{p}$ gdw $x = \{i: p(i)=1\}$. (b) Charakteristische Funktion: Wenn $A \subseteq I$, dann ist χ_A diejenige Funktion $h: I \rightarrow \{0,1\}$, für die $h(a) = 1$ gdw $a \in A$.)

Wenn $\sigma \in P_{\underline{t}}$, so sind drei Fälle zu unterscheiden:

1. Es gibt ein $\phi \in \text{WA}_{\underline{t}}$, so daß $\text{tr}(\sigma) = \text{dec}\phi$. Dann gilt:

$$\text{FOL}_{\underline{g}}^{\underline{i}}(\text{tr}(\sigma)) = \chi_{A \cup B \cup C \cup D}, \text{ wobei}$$

$$A = \{\overline{\text{ROL}_{\underline{g}}^{\underline{i}}(\wedge \phi)}} \cap (\text{sit}(\underline{i}))_2(\sigma);^{15}$$

$$B = \{\overline{\text{ROL}_{\underline{g}}^{\underline{i}}(\wedge \text{Kom}(\wedge \text{sp}, \wedge \text{ad}^*, \wedge \phi))}} \cap (\text{sit}(\underline{i}))_2(\sigma)$$

$$C = \{\overline{\text{ROL}_{\underline{g}}^{\underline{i}}(\wedge \text{Ass}(\wedge \text{sp}, \wedge \text{ad}^*, \wedge \phi))}} \cap (\text{sit}(\underline{i}))_2(\sigma)$$

$$D = \{\overline{\text{ROL}_{\underline{g}}^{\underline{i}}(\wedge \text{Dir}(\wedge \text{sp}, \wedge \text{ad}^*, \wedge \phi))}} \cap (\text{sit}(\underline{i}))_2(\sigma)$$

2. Es gibt ein $\phi \in \text{WA}_{\underline{t}}$, so daß $\text{tr}(\sigma) = \text{int}\phi$. Dann gilt:

$$\text{FOL}_{\underline{g}}^{\underline{i}}(\text{tr}(\sigma)) = \chi_D, \text{ wobei } D = \{\overline{\text{ROL}_{\underline{g}}^{\underline{i}}(\wedge \text{Dir}(\wedge \text{sp}, \wedge \text{ad}^*, \wedge \phi))}} \cap (\text{sit}(\underline{i}))_2(\sigma)$$

3. Es gibt ein $\psi \in \text{WA}_{\underline{r}(\underline{Q})}$, so daß $\text{tr}(\sigma) = \text{int}\psi$. Dann gilt:

$$\text{FOL}_{\underline{g}}^{\underline{i}}(\text{tr}(\sigma)) = \chi_{E \cup F \cup G}, \text{ wobei}$$

$$E = \{\overline{\text{ROL}_{\underline{g}}^{\underline{i}}(\wedge \text{Ero}(\wedge \text{sp}, \wedge \text{ad}^*, \wedge \psi))}} \cap (\text{sit}(\underline{i}))_2(\sigma)$$

$$F = \{\overline{\text{ROL}_{\underline{g}}^{\underline{i}}(\wedge \text{Exa}(\wedge \text{sp}, \wedge \text{ad}^*, \wedge \psi))}} \cap (\text{sit}(\underline{i}))_2(\sigma)$$

$$G = \{\overline{\text{ROL}_{\underline{g}}^{\underline{i}}(\wedge \text{Rhe}(\wedge \text{sp}, \wedge \text{ad}^*, \wedge \psi))}} \cap (\text{sit}(\underline{i}))_2(\sigma)$$

Bedeutungspostulate für IFD

Für alle $\underline{a} \in \text{Typ}$ ist $\text{Var}_{\underline{a}}$ die Menge der LE-Variablen dieses Typs. Es seien

$x \in \text{Var}_{\langle s, e \rangle}$, $p \in \text{Var}_{\langle s, t \rangle}$, $P \in \text{Var}_{\langle s, r(v^1) \rangle}$, $q \in \text{Var}_{\langle s, r(\underline{Q}) \rangle}$, $\mathcal{P} \in \text{Var}_{\langle s, r(\cdot) \rangle}$. Dann gilt für alle $\underline{i} \in I$ und alle $\underline{g} \in G$:

$$\text{BP1 } \text{ROL}_g^i (\wedge x \wedge p \vee \mathcal{P} [\text{behaupten}'(x, p) \rightarrow \text{Ass}(x, \mathcal{P}, p)]) = 1.$$

$$\text{BP2 } \text{ROL}_g^i (\wedge x \wedge p \vee \mathcal{P} [\text{versprechen}'(x, p) \rightarrow \text{Kom}(x, \mathcal{P}, \wedge W[\vee \mathcal{P}](x))]) = 1.$$

$$\text{BP3 } \text{ROL}_g^i (\wedge x \wedge p \wedge \mathcal{P} [\text{bitten}'(x, p, p) \rightarrow \text{Dir}(x, \mathcal{P}, \wedge W[\vee \mathcal{P}](p))]) = 1.$$

BP4 Für alle $\phi \in \text{WA}_t$ gibt es ein $\delta \in P_{v^1}$, so daß gilt: Wenn

$$\text{FOL}_g^i(\text{dec}\phi) = \text{ROL}_g^i(\wedge \text{Kom}(\wedge \text{sp}, \wedge \text{ad}^*, \wedge \phi)), \text{ dann } \text{ROL}_g^i(\wedge \phi \equiv \wedge W \text{tr}(\delta)(\wedge \text{sp}))$$

BP5 Für alle $\phi \in \text{WA}_t$ gibt es ein $\delta \in P_{v^1}$, so daß gilt: Wenn

$$\text{FOL}_g^i(\text{dec}\phi) = (\text{ROL}_g^i(\wedge \text{Dir}(\wedge \text{sp}, \wedge \text{ad}^*, \wedge \phi))), \text{ dann } \text{ROL}_g^i(\wedge \phi \equiv \wedge W \text{tr}(\delta)(\wedge \text{ad}))$$

BP6 Für alle $\phi \in \text{WA}_t$ und alle $\psi \in \text{EPF}$: Wenn $\text{ROL}_g^i(\psi \rightarrow \phi) = 0$,

dann $\text{FOL}_g^i(\text{dec}\phi) \neq \text{ROL}_g^i(\wedge \phi)$. (In Ermangelung eines Lexikons kann EPF hier nicht explizit angegeben werden, es gelte jedenfalls; $\text{bitten}'(\wedge \text{sp}, \wedge \text{ad}^*, \alpha) \in \text{EPF}$ für alle $\alpha \in \text{WA}_{\langle s, r(v^1) \rangle}$ sowie $\text{fragen}'(\wedge \text{sp}, \wedge \text{ad}^*, \alpha) \in \text{EPF}$ für alle $\alpha \in \text{WA}_{\langle s, r(Q) \rangle}$.)

$$\text{BP7 } \text{ROL}_g^i (\wedge x \wedge \mathcal{P} \wedge q [\text{fragen}'(x, \mathcal{P}, q) \leftrightarrow (\text{Ero}(x, \mathcal{P}, q) \vee \text{Exa}(x, \mathcal{P}, q) \vee \text{Rhe}(x, \mathcal{P}, q))]) = 1.$$

$$\text{BP8 } \text{ROL}_g^i (\wedge x \wedge \mathcal{P} \wedge q [\text{Ero}(x, \mathcal{P}, q) \rightarrow \text{wollen}'(x, \wedge \text{wissen}'_2(q))]) = 1.$$

$$\text{BP9 } \text{ROL}_g^i (\wedge x \wedge \mathcal{P} \wedge q [\text{Exa}(x, \mathcal{P}, q) \rightarrow \text{glauben}'(x, \wedge \text{wissen}'_2(x, q)) \wedge \wedge \text{wollen}'(x, \wedge \text{wissen}'_2(\beta(p \equiv \wedge \mathcal{P}(\wedge \text{wissen}'_2(q)))))]) = 1.$$

$$\text{BP10 } \text{ROL}_g^i (\wedge x \wedge \mathcal{P} \wedge q [\text{Rhe}(x, \mathcal{P}, q) \rightarrow \text{glauben}'(x, \wedge \mathcal{P}(\wedge \text{wissen}'_2(q))) \wedge \wedge \neg \text{wollen}'(x, \wedge \text{wissen}'_2(q))]) = 1.$$

$$\text{BP11 } \text{ROL}_g^i (\wedge x \wedge \mathcal{P} \wedge q [\text{Dir}(x, \mathcal{P}, \wedge W[\vee \mathcal{P}](\wedge \text{sagen}'_2(q, \hat{P}[P\{x\}])) \rightarrow (\text{Ero}(x, \mathcal{P}, q) \vee \text{Exa}(x, \mathcal{P}, q))]) = 1.$$

$$\text{BP12 Für alle } \gamma \in P_f \text{ und alle } \phi \in \text{WA}_t: \text{ Wenn } \text{FOL}_g^i(\text{tr}(\gamma)) = \text{ROL}_g^i(\wedge \phi) \neq \emptyset \text{ und } \text{ROL}_g^i(\text{Auss}(\wedge \text{sp}, \wedge \text{ad}^*, \gamma)) = 1, \text{ dann } \text{ROL}_g^i(\phi) = 1.$$

(D2) M ö g l i c h e I l l o k u t i o n a n i

Für alle $\sigma \in P_f$ und alle $\underline{i} \in I$, $\underline{g} \in G$:

(D2.1) σ ist (eindeutig) eine mögliche Deklaration an i gdw

$$\text{es ein } \phi \text{ gibt, so daß } \text{tr}(\sigma) = \text{dec}\phi \text{ und } \overline{\{\text{ROL}_g^i(\wedge \phi)\}} \subseteq (\text{sit}(\underline{i}))_2(\sigma) \\ (\text{bzw. } \overline{\{\text{ROL}_g^i(\wedge \phi)\}} = (\text{sit}(\underline{i}))_2(\sigma)).$$

(D2.2) σ ist (eindeutig) ein möglicher Direktiv an i gdw
es ein ϕ gibt, so daß $\underline{\text{tr}}(\sigma) = \text{dec}\phi$ oder $\underline{\text{tr}}(\sigma) = \text{imp}\phi$,

und $\{\text{ROL}_{\underline{g}}^{\underline{i}}(\wedge \text{Dir}(\wedge \text{sp}, \wedge \text{ad}^*, \wedge \phi))\} \subseteq (\text{sit}(\underline{i}))_2(\sigma)$

(bzw. $\{\text{ROL}_{\underline{g}}^{\underline{i}}(\wedge \text{Dir}(\wedge \text{sp}, \wedge \text{ad}^*, \wedge \phi))\} = (\text{sit}(\underline{i}))_2(\sigma)$),

(D2.3) σ ist (eindeutig) eine mögliche erotetische Illokution an i gdw
es ein ψ gibt, so daß $\underline{\text{tr}}(\sigma) = \text{int}\psi$

und $\{\text{ROL}_{\underline{g}}^{\underline{i}}(\wedge \text{Ero}(\wedge \text{sp}, \wedge \text{ad}^*, \wedge \psi))\} \subseteq (\text{sit}(\underline{i}))_2(\sigma)$

(bzw. $\{\text{ROL}_{\underline{g}}^{\underline{i}}(\wedge \text{Ero}(\wedge \text{sp}, \wedge \text{ad}^*, \wedge \psi))\} = (\text{sit}(\underline{i}))_2(\sigma)$),

(D2.4) σ ist (eindeutig) eine mögliche examinierende Illokution an i gdw es ein ψ gibt, so daß $\underline{\text{tr}}(\sigma) = \text{int}\psi$

und $\{\text{ROL}_{\underline{g}}^{\underline{i}}(\wedge \text{Exa}(\wedge \text{sp}, \wedge \text{ad}^*, \wedge \psi))\} \subseteq (\text{sit}(\underline{i}))_2(\sigma)$

(bzw. $\{\text{ROL}_{\underline{g}}^{\underline{i}}(\wedge \text{Exa}(\wedge \text{sp}, \wedge \text{ad}^*, \wedge \psi))\} = (\text{sit}(\underline{i}))_2(\sigma)$),

(D2.5) σ ist (eindeutig) eine mögliche rhetorische Illokution an i gdw es ein ψ gibt, so daß $\underline{\text{tr}}(\sigma) = \text{int}\psi$

und $\{\text{ROL}_{\underline{g}}^{\underline{i}}(\wedge \text{Rhe}(\wedge \text{sp}, \wedge \text{ad}^*, \wedge \psi))\} \subseteq (\text{sit}(\underline{i}))_2(\sigma)$

(bzw. $\{\text{ROL}_{\underline{g}}^{\underline{i}}(\wedge \text{Rhe}(\wedge \text{sp}, \wedge \text{ad}^*, \wedge \psi))\} = (\text{sit}(\underline{i}))_2(\sigma)$).

(D3) Wahrheit

Für alle Deklarativsätze σ und alle $\underline{i} \in I$:

σ ist wahr an i gdw es ein ϕ gibt, so daß $\underline{\text{tr}}(\sigma) = \text{dec}\phi$ und $\text{ROL}_{\underline{g}}^{\underline{i}}(\phi) = 1$
für alle $\underline{g} \in G$.

(D4) Beschränkte Il-Folgerung

Für alle Sätze σ, ρ und alle $\underline{J} \subseteq I$:

ρ ist eine J-II-Folgerung aus σ gdw für alle $\underline{i} \in \underline{J}$, $\underline{g}, \underline{g}' \in G$ und
 $\underline{i}' \in I$ gilt: Wenn $\text{FOL}_{\underline{g}}^{\underline{i}}(\underline{\text{tr}}(\sigma))(\underline{i}') = 1$, dann $\text{FOL}_{\underline{g}'}^{\underline{i}}(\underline{\text{tr}}(\rho))(\underline{i}') = 1$.

(D5) Beschränkte Il-Konsequenz

Für alle Sätze σ , Deklarativsätze ρ und alle $\underline{J} \subseteq I$:

ρ ist eine J-II-Konsequenz von σ gdw für alle $\underline{i} \in \underline{J}$, $\underline{g} \in G$ und
 $\underline{i}' \in I$ gilt: Wenn $\text{FOL}_{\underline{g}}^{\underline{i}}(\underline{\text{tr}}(\sigma))(\underline{i}') = 1$, dann ist ρ wahr an i'.

ANMERKUNGEN

- * Joachim Jacobs, Theo Vennemann sowie den Teilnehmern des Kolloquiums 'Theorie der Frage' sei an dieser Stelle für ihre kritischen Kommentare zur vorliegenden Arbeit gedankt. Mein besonderer Dank gilt Herrn Günther Stark, der mich davor bewahrte, einen Fehler aus der vorläufigen in die Endfassung zu übernehmen. Für evtl. verbleibende Unzulänglichkeiten bin ich selbstverständlich allein verantwortlich.
- ¹ Z.B. Åqvist (1965), Lewis (1972), Karttunen (1977).
- ² Zum Begriff des illokutionären Aktes oder der Illokution siehe Austin (1962), oder, kürzer, Savigny (1974, Kap. 3). Linguistisch brauchbarere Illokutionstypologien als bei Austin finden sich in Searle (1975) und Wunderlich (1976, S. 77).
- ³ Wer sich an der holprigen Syntax stört, möge die Beispiele nach dem Muster (8') *Du wirst mich ungestraft nicht nochmal fragen, wo das Gold ist.* ändern. Worauf es hier ankommt, ist die semantische Beziehung zwischen (7) und (8) bzw. (9).
- ⁴ Zur Abgrenzung des lokutionären Aktes vom illokutionären vgl. Austin (1962) sowie, kritisch dazu, v. Savigny (1974, Kap. 3).
- ⁵ Vgl. hierzu Zaefferer (1979).
- ⁶ Der Begriff 'Satzradikal' geht auf Wittgenstein (1958, S. 11) zurück. Stenius (1967) übersetzt ihn mit 'sentence radical' und versucht eine Explikation der Wittgensteinschen Idee.
- ⁷ Vgl. Montague (1974, vor allem Kap. 7).
- ⁸ In Zaefferer (1979) hatten die Satzradikale von Imperativsätzen noch die Kategorie v^1 und erst die explikationssprachlichen Korrelate den Typ t . Theo Vennemann (persönliche Mitteilung) hat mich davon überzeugt, daß Daten wie den in der folgenden Anmerkung aufgeführten in einem erweiterten Fragment zwangloser Rechnung getragen werden kann, wenn man von vornherein Imperativsatz-Radikale die Kategorie v^0 zuweist.
- ⁹ Hier befinde ich mich in deutlichem Gegensatz zu Hausser (demnächst), der glaubt, die Annahme eigener Satzartoperatoren sei (a) überflüssig, da die Satzarten bereits hinreichend unterschieden seien durch die Typen ihrer möglichen Denotate, und (b) dubios, da es keine Oberflächenmerkmale gebe, die ihnen entsprächen. (b) bedarf keines weiteren Kommentars (wenn Wortstellung und Satzintonation in vielen indoeuropäischen Sprachen oder die Fragepartikel *ma* im Chinesischen keine satzartindizierenden Oberflächenmerkmale sind, was sind sie dann?), zu dem diskutierenswerteren (a) sei angemerkt, daß diese Annahme Hausser offenbar zu der kühnen Vermutung inspiriert hat, die Subjektlosigkeit von Imperativsätzen sei ein sprachliches Universale. ("It seems to be a universal linguistic fact that imperatives have no subjects.") Zur Widerlegung dieser Annahme ist es gar nicht nötig, in die Ferne zu schweifen (im klassischen Chinesisch erscheint der Imperativ "meist mit dem Pronomen der zweiten Person oder einem Ersatzwort"

(Haenisch 1966, S. 192)), es genügt, im Deutschen die Fälle mit der Höflichkeitsform des Adressatenpronomens zu betrachten: *Komm!* – **Komm du!*
 – **Kommen!* – *Kommen Sie!*
Komm (du) mir ja nicht zu nahe!
**Kommen*
Kommen Sie mir ja nicht zu nahe!

¹⁰ PTQ ist die in der einschlägigen Literatur übliche Abkürzung für "The proper treatment of quantification in ordinary English" (s. Montague 1974, Kap. 8).

¹¹ Da das skizzierte Deutsch-Fragment (wie das in PTQ definierte Englisch-Fragment) eine Singular-Sprache ist, muß von der Möglichkeit mehrerer Adressaten abgesehen werden.

¹² Daß der erste Einwand aus Abschnitt 1.3 hier scheinbar nicht zum Tragen kommt, liegt nur daran, daß das Fragment keinen Plural enthält. Dem anderen Einwand hingegen ist offenbar Rechnung getragen.

¹³ Vgl. den Beitrag von Dieter Wunderlich in diesem Band.

¹⁴ *sagen*₁ und *wissen*₁ sind die Übersetzungen der entsprechenden Verben mit *daß*-Komplementen.

¹⁵ $(sit(i))_2$ ist das zweite Glied des Wertes von *sit* für *i*, also eine Funktion von P_i in $\mathcal{P}(\mathcal{P}(I))$. $(sit(i))_2(\sigma)$ ist somit eine Menge von Wahrheitsmengen, der eindeutig eine Menge von Propositionen entspricht. Letztere sind aufzufassen als die Elemente des illokutionären Spielraums, der dem Sprecher an *i* für den Ausdruck σ offensteht.

LITERATUR

- Åqvist, L. (1965): A new approach to the logical theory of interrogatives. Uppsala. (2. Aufl. Tübingen 1975.)
- Austin, J.L. (1962): How to do things with words. Cambridge/Mass.
- Gazdar, G. (1976): On performative sentences, in: Semantikos 1/3, S. 37-62.
- Grewendorf, G. (1972): Sprache ohne Kontext. Zur Kritik der performativen Analyse, in: Wunderlich, D. (Hrsg.): Linguistische Pragmatik. Frankfurt/M., S. 144-182.
- Haenisch, E. (1966): Lehrgang der klassischen chinesischen Schriftsprache II, 5. Aufl. Leipzig.
- Hausser, R.R. (demn.): Surface compositionality and the semantics of mood, in: Kiefer, F./Searle, J.R. (Eds.): Speech act theory and pragmatics. Dordrecht.
- Heim, I. (1977): Zum Verhältnis von Wahrheitsbedingungen-Semantik und Sprechaktheorie. Konstanz. (= Papiere des SFB 99. Nr. 17.)

- Karttunen, L. (1977): Syntax and semantics of questions, in: *Linguistics and philosophy* 1, S. 3-44.
- Lewis, D.K. (1972): General semantics, in: Davidson, D./Harman, G. (Eds.): *Semantics of natural language*. Dordrecht, S. 169-218.
- Montague, R. (1974): *Formal philosophy. Selected papers of R.M.Ed. and with an introduction by R.H. Thomason*. New Haven.
- Ross, J.R. (1970): On declarative sentences, in: Jacobs, R./Rosenbaum, P. (Eds.): *Readings in English transformational grammar*. Waltham, Mass.
- Savigny, E. von (1974): *Die Philosophie der normalen Sprache*. Frankfurt/M.
- Searle, J.R. (1975): A taxonomy of illocutionary acts, in: Gunderson, K. (Ed.): *Language, mind, and knowledge*. Minneapolis. (= *Minnesota studies in the philosophy of science*. 7.)
- Stenius, E. (1967): Mood and language game, in: *Synthese* 17, S. 254-274.
- Wittgenstein, L. (1958): *Philosophical investigations*. Oxford.
- Wunderlich, D. (1971): Pragmatik, Sprechsituation, Deixis, in: *Zeitschrift für Literaturwissenschaft und Linguistik (LiLi)* 1, S. 153-190.
- Wunderlich, D. (1976): *Studien zur Sprechakttheorie*. Frankfurt/M.
- Zaefferer, D. (1979): Sprechakttypen in einer Montague-Grammatik. Ein modeltheoretischer Ansatz zur Behandlung illokutionärer Rollen, in: Grewendorf, G. (Hrsg.): *Sprechakttheorie und Bedeutung*. Frankfurt/M.

Günter Todt und Jürgen Schmidt-Radefeldt

1. Es liegen bereits zahlreiche Ansätze zur Formalisierung von Fragen und Antworten vor (z.B. ÅQVIST (1965), BELNAP (1963), BELNAP/STEEL (1976), BÖTTNER (1977), HARRAH (1963)). Im allgemeinen wird eine formale Sprache zugrunde gelegt, die sich an den in der Logik benutzten formalen Sprachen orientiert. Man hat dabei ein verhältnismäßig beschränktes System von Fragen der natürlichen Sprache ausgewählt, teils wegen der geringen Ausdrucksfähigkeit formaler Sprachen, teils wegen des hohen Komplexitätsgrades natürlicher Sprachen hinsichtlich ihrer Struktur sowie ihrer kommunikativen Funktionen. Bei einer computerorientierten formalen Darstellung scheint dieses aus Gründen der Ökonomie und der Effektivität notwendig.

Bei unserem Ansatz gehen wir auch von ausgewählten Fragetypen aus. Unsere Darstellung bewegt sich dabei notwendigerweise zwischen zwei Polen: einerseits quantitativ und qualitativ soviel wie möglich von Phänomenen natürlicher Sprache in die formale Sprache aufzunehmen, andererseits die Formalisierung möglichst einfach und einheitlich durchführen zu können.¹

Wir wollen uns hier auf die sogenannte Wissensfrage beschränken, genauer auf die Frage-Antwort-Relation (vgl. SCHMIDT-RADEFELDT (1977)), die durch den folgendermaßen skizzierten Handlungsrahmen gegeben ist: eine Person drückt durch das Stellen einer Frage ein Wissensdefizit aus (dies kann z.B. bei Prüfungsfragen simuliert sein) und fordert mit Hilfe der Fragehandlung eine andere (ihm als geeignet erscheinende) Person zu einer Antworthandlung auf. Typische Beispiele für diesen Frage-Antwort-Typ werden geliefert durch allgemeine Fragen nach Information (die auch an einen Computer gerichtet sein können), Quizfragen und die bereits angesprochenen Prüfungsfragen. Wir untersuchen nur Wissensfragen, die die Äußerungsform eines direkten Frage-satzes haben, wie z.B. die Frage:

(1) *Kommt Walter?*

Als Wissensfrage wird (1) verstanden als:

(1') Fragesteller will wissen, ob Walter kommt.

Der Antwortende füllt die in der Frage aufgezeigte Lücke nach bestem Wissen und Gewissen aus, oder aber er gibt zu, daß er die Antwort nicht weiß. Neben einer Antwort vom Typ:

(2) *(Ja,) Walter kommt.*

ist also auch eine Antwort der Art

(2') *Ich weiß (es) nicht.*

möglich. (Eine genaue Charakterisierung der Antworttypen geben wir in Abschnitt 4.) Die gestellten Fragen sollen also vom Fragesteller als Wissensfragen intendiert sein und auch vom Antwortenden so interpretiert werden. Dies wird insbesondere dadurch evident, daß Antworten der Art (2') möglich sind.

In der Analyse von Fragen der natürlichen Sprache geht man von vier formal unterschiedenen Typen aus: Fragen mit Fragepronomen oder W-Fragen, *welch-NG-Fragen*, *Ja/Nein-Fragen* und *Alternativ-Fragen*. In unserer formalen Darstellung werden diese vier Typen einheitlich behandelt, was wir wie folgt rechtfertigen: Bei W-Fragen und *welch-NG-Fragen* besteht das formale Frageziel darin, ein oder mehrere bestimmte Individuen aus einem gewissen Bereich (der im allgemeinen durch die Frageproform eingegrenzt ist) anzugeben. Bei *Ja/Nein-Fragen* besteht das formale Frageziel darin, für eine vorgelegte Aussageform einen Wahrheitswert aus dem Bereich der Wahrheitswerte anzugeben, d.h. 'wahr' (*ja*) oder 'falsch' (*nein*), ggf. auch einen dritten Wert 'unbestimmt' (ohne *W-Wert*). In der hier benutzten formalen Sprache $LA^?$, in deren Semantik der Bereich der Wahrheitswerte und andere Individuenbereiche äquivalent behandelt werden, können die drei obigen Typen analog dargestellt werden. Auch in der Syntax können wir in gleicher Weise über diese Bereiche mit Hilfe von Variablen sprechen, weil wir – anders als in der üblichen Prädikatenlogik – Variablen für Wahrheitswerte (die wir boolesche Variablen nennen) zur Verfügung haben. Wie wir unten sehen werden, lassen sich auch die *Alternativ-Fragen* in das gemeinsame Schema einordnen. (Im folgenden verwenden wir Formalisierungen in der Sprache $LA^?$. Dieses System wird im 2. Abschnitt genauer dargestellt werden.)

Wir betrachten zunächst die W-Frage

(3) *Wo wohnt Walter?*

In Hinsicht auf die Formalisierung, die wir mit einer Variablen v^{loc} für Orte vornehmen, geben wir eine halbformale Version für (3) durch (3a) an:

(3a) Welches v^{loc} ist derart, daß: *Walter wohnt in v^{loc}* ?

Die Formalisierung von (3) bzw. (3a) ist (3b):

(3b) $?v^{loc} \langle \text{Walter}, v^{loc} \rangle \in \text{wohnen}$.

Aus (3b) läßt sich die allgemeine Form der W-Frage abstrahieren:

(3c) $?v^s \alpha$ (W-Frage nach Individuen der Sorte s).

Wir wenden uns jetzt der Ja/Nein-Frage zu.

(4) *Wohnt Walter in Kiel?*

Die halbformale Version von (4) mit Hilfe einer booleschen Variablen v^{lb} ist (4a):

(4a) Welches v^{lb} ist derart, daß v^{lb} identisch ist mit dem Wahrheitswert von: *Walter wohnt in Kiel*?

Und die Formalisierung von (4) bzw. von (4a) ist (4b):

(4b) $?v^{lb} (v^{lb} \leftrightarrow \langle \text{Walter}, \text{Kiel} \rangle \in \text{wohnen})$.

Aus (4b) läßt sich die allgemeine Form der Ja/Nein-Frage abstrahieren:

(4c) $?v^{lb} \alpha$

bzw. genauer:

(4d) $?v^{lb} (v^{lb} \leftrightarrow \beta)$ (Ja/Nein-Frage).

Da es im allgemeinen auf die besondere gebundene Variable v^{lb} nicht ankommt, lassen wir als Abkürzung für (4d) auch zu:

(4e) $\beta?$ (Kurzform der Ja/Nein-Frage).

Die Umformulierungen (3a) und (4a) zeigen bereits, daß sich die beiden diskutierten Fragetypen auch in der Form einer *welch*-NG-Frage darstellen lassen. Wir wollen jedoch bei der formalen Darstellung von *welch*-NG-Fragen keine speziellen Variablen wie v^{loc} und auch keine booleschen Variablen v^{lb} verwenden, sondern sog. universelle Variablen v^u , um den universellen Charakter von *welch* widerzuspiegeln. Die Relativierung auf Orte z.B. wird dann durch ein Prädikat D^{loc} und die Relativierung auf Wahrheitswerte durch ein Prädikat D^{lb} vorgenommen.

Die Formalisierungen von (3) und (4) als *welch*-NG-Fragen sind dann:

$$(3d) \quad ?v^u (v^u \in D^{loc} \wedge \langle \text{Walter}, v^u \rangle \in \text{wohnen}),$$

$$(4f) \quad ?v^u (v^u \in D^{lb} \wedge (v^u \leftrightarrow \langle \text{Walter}, \text{Kiel} \rangle \in \text{wohnen})).$$

Bei diesen Formalisierungen ist von allen Kontextspezialisierungen abgesehen, da es uns vorerst darum geht, eine semantisch quasi äquivalente Reformulierung zu geben. Der jeder Frage zugrundeliegende Situationskontext sorgt im allgemeinen dafür, daß eine Reformulierung sehr viel spezieller vorgenommen werden kann: *Wo?* kann z.B. bedeuten *In welcher Stadt?*, *In welchem Land?*, *In welcher Straße?*. In der Formalisierung (3d) könnte demgemäß D^{loc} durchaus sehr speziell interpretiert werden; die Interpretation wird durch den Kontext festgelegt. In einem bestimmten Kontext könnte also (3b) nicht nur in (3d) umformuliert werden. Wenn nämlich (3) in diesem Kontext gleichbedeutend ist mit

$$(5) \quad \text{In welcher Straße wohnt Walter?},$$

so lautet die Formalisierung:

$$(5a) \quad ?v^u (v^u \in \text{Straße} \wedge \langle \text{Walter}, v^u \rangle \in \text{wohnen}).$$

Durch diese Formalisierung ist bereits die allgemeine Form einer *welch*-NG-Frage gegeben:

$$(5b) \quad ?v^u (v^u \in A \wedge \beta) \text{ (welch-NG-Frage nach Individuen aus dem Bereich A).}$$

Wir wollen die Möglichkeit der äquivalenten Umformulierung von W-Fragen (und analog auch von Ja/Nein-Fragen) in *welch*-NG-Fragen jedoch nicht dazu verwenden, die Typen der W-Frage und der Ja/Nein-Frage in der formalen Dar-

stellung völlig zu eliminieren, sondern wir meinen, daß die formale Sprache die Besonderheiten des jeweiligen natürlichsprachigen Ausdrucks weitgehend nachzeichnen sollte. Für W-Fragen und Ja/Nein-Fragen werden daher keine nichtlogischen Konstanten für den jeweiligen Bereich eingeführt, sondern der Bereich wird durch die Fragevariable bestimmt. Wir teilen die Variablen dazu in Sorten ein, wobei diese Sorten durch die vorkommenden Fragepronomen im Zusammenhang mit der Satzbedeutung festgelegt werden. Auf die genaue Festlegung dieser Sorten werden wir unten (Abschnitt 5) genauer eingehen. Sofern der Bereich durch eine Nominalgruppe determiniert ist (in *welch-NG-Fragen*), wird keine besondere Sorte eingeführt, da die Nominalgruppe selbst den Bereich als Teil des universellen Bereichs eingrenzt. Dadurch wird erreicht, daß die speziellen Sorten gering in Anzahl gehalten werden können. (*Welcher Junge singt?*: $?v^u (v^u \in \text{Junge} \wedge v^u \in \text{sing})$), gegenüber dem für uns inadäquaten: $?v^{\text{Junge}} v^{\text{Junge}} \in \text{sing}$).

Ja/Nein-Fragen werden in einigen Ansätzen als Spezialfall von Alternativ-Fragen (HARRAH (1963), BELNAP (1969)) oder umgekehrt angesehen, bzw. der Unterschied zwischen beiden wird als syntaktischer Oberflächenunterschied gesehen (WUNDERLICH (1976)). Da wir Fragen prinzipiell im Zusammenhang mit ihren möglichen Antworten sehen, erscheint es uns adäquater, Alternativ-Fragen analog zu *welch-NG-Fragen* zu behandeln. Anhand des Beispiels (6)

(6) *Trifft Walter Angela oder Barbara oder beide?*

wollen wir dieses diskutieren.

Die Frage (6) läßt sich je nach Kontext entweder als Ja/Nein-Frage oder als Alternativ-Frage interpretieren. Als Ja/Nein-Frage soll sie folgendermaßen verstanden werden:

(7) *Trifft Walter Angela oder Barbara oder beide, ja oder nein?*

Es wird in (7) also nur nach einem einzigen Wahrheitswert und zwar dem der Aussage *Walter trifft Angela oder Barbara oder beide* gefragt.

Sofern (6) als Alternativfrage interpretiert wird, ist sie als (8) oder (9) zu verstehen.

(8) *Trifft Walter Angela oder trifft Walter Barbara oder trifft Walter beide?*

- (9) *Wen (bzw. welche der Personen) trifft Walter: Angela oder Barbara oder beide?*

In (8) wird nach den drei Wahrheitswerten der drei Teilaussagen *Walter trifft Angela*, *Walter trifft Barbara* und *Walter trifft beide* gefragt. In der verkürzten Antwort auf (8) werden jedoch in der Regel nicht alle drei Wahrheitswerte angegeben, sondern nur der Wahrheitswert einer Teilaussage. Die beiden übrigen Wahrheitswerte ergeben sich dann implizit. Eine Antwort auf (8), wie *Walter trifft Angela*, impliziert also zusätzlich *Walter trifft Barbara nicht* und *Walter trifft beide nicht*.

In (9) wird nach den Personen gefragt, die Walter trifft, wobei als Alternativen nur Angela, Barbara oder beide vorgegeben sind.

Da wir eine logisch-fundierte formale Sprache aufbauen wollen, müssen die drei Interpretationsmöglichkeiten (7), (8) und (9) formal unterschieden werden. Wir erfassen den Unterschied also bereits in den Formalisierungen, während es bei einer gemeinsamen Behandlung von Ja/Nein-Fragen und Alternativ-Fragen schwierig wäre, (6) auf drei Weisen zu formalisieren und die drei Interpretationsmöglichkeiten auf andere Weise offengelegt werden müßten.

Wir betrachten zunächst die Formalisierung von (6) als Ja/Nein-Frage:

$$(7a) \quad ?v^{\text{lb}} (v^{\text{lb}} \leftrightarrow \langle \text{Walter, Angela} \rangle \in \text{treffen} \vee \langle \text{Walter, Barbara} \rangle \in \text{treffen})$$

Da "v" für das einschließende Oder steht, ist (7a) tatsächlich die Formalisierung von (7).

Für die Formalisierung von (8) führen wir zunächst als Abkürzungen ein:

$$\beta_1 = \text{Df } \langle \text{Walter, Angela} \rangle \in \text{treffen},$$

$$\beta_2 = \text{Df } \langle \text{Walter, Barbara} \rangle \in \text{treffen},$$

$$\beta_3 = \text{Df } \beta_1 \wedge \beta_2.$$

Die folgenden drei Formalisierungen von (8) bieten sich an:

$$(8a) \quad ?v_1^{\text{lb}} ?v_2^{\text{lb}} ?v_3^{\text{lb}} ((v_1^{\text{lb}} \leftrightarrow \beta_1) \wedge (v_2^{\text{lb}} \leftrightarrow \beta_2) \wedge (v_3^{\text{lb}} \leftrightarrow \beta_3)).$$

$$(8b) \quad (?v_1^{\text{lb}} v_1^{\text{lb}} \leftrightarrow \beta_1) \wedge (?v_2^{\text{lb}} v_2^{\text{lb}} \leftrightarrow \beta_2) \wedge (?v_3^{\text{lb}} v_3^{\text{lb}} \leftrightarrow \beta_3).$$

$$(8c) \quad ?v^u \exists v_1^b \exists v_2^b \exists v_3^b (v^u = \langle v_1^b, v_2^b, v_3^b \rangle \wedge \\ (v_1^b \leftrightarrow \beta_1) \wedge (v_2^b \leftrightarrow \beta_2) \wedge (v_3^b \leftrightarrow \beta_3)).$$

In (8a) ist eine dreifache Iteration von Frageoperatoren vorgenommen worden, in (8b) ist das Konjunktionszeichen " \wedge " auch zwischen Fragen zugelassen worden. In (8c) sind die drei anzugebenden Wahrheitswerte als Tripel mit Hilfe einer universellen Variablen dargestellt worden, wodurch nur ein einziger Frageoperator notwendig wird. Wir geben der Formalisierung (8c) den Vorzug, weil ihre semantische Behandlung in einer Fragelogik einfacher ist als die von (8a) bzw. (8b). Es wäre noch zu klären, ob eine logische Semantik (8a), (8b) und (8c) tatsächlich gleich bewertet. Die allgemeine Form einer Alternativfrage nach W-Werten ist also:

$$(8d) \quad ?v^u \exists v_1^b \dots \exists v_n^b (v^u = \langle v_1^b, \dots, v_n^b \rangle \wedge \\ (v_1^b \leftrightarrow \beta_1) \wedge \dots \wedge (v_n^b \leftrightarrow \beta_n)).$$

Wenn (6) als Alternativ-Frage im Sinne von (9) verstanden wird, so wollen wir gemäß den beiden Versionen in (9) Formalisierungen in Form von W-Fragen und in Form von *welch-NG-Fragen* zulassen. Die W-Frage formulieren wir mit Hilfe einer Variablen v^{viv} für Lebewesen.

$$(9a) \quad ?v^{viv} (\langle Walter, v^{viv} \rangle \in treffen \wedge (v^{viv} = Angela \vee v^{viv} = Barbara))$$

Die allgemeine Form einer Alternativ-Frage nach Individuen einer Sorte s ist also:

$$(9b) \quad ?v^s (\beta \wedge (v^s = a_1 \vee \dots \vee v^s = a_n)).$$

Die Version von (9) als *welch-NG-Frage* formalisieren wir als:

$$(9c) \quad ?v^u (v^u \in \{Angela, Barbara\} \wedge \langle Walter, v^u \rangle \in treffen).$$

Die allgemeine Form einer Alternativ-Frage nach Individuen ist also:

$$(9d) \quad ?v^u (v^u \in \{a_1, \dots, a_n\} \wedge \beta).$$

Es ist zu beachten, daß eine Alternativ-Frage nicht in jedem Fall auch als W-Frage oder *welch-NG-Frage* aufgefaßt werden kann. Nicht möglich ist dies z.B. bei:

2. Eine formal-logische Sprache, die auf sehr einfache Weise erweitert werden kann, um den bisher genannten Anforderungen zu genügen, ist die Ausdruckslogik LA (GLUBRECHT (1976), GLUBRECHT/OBERSCHHELP/TODT (in Vorb.)). Es handelt sich bei LA um ein ausgearbeitetes System, das seine universelle Ausdrucksfähigkeit schon in anderem Zusammenhang unter Beweis gestellt hat. Wir ziehen dieses System einer üblicherweise angegebenen ad-hoc-Lösung vor.

Wegen der großen Ausdrucksfähigkeit von LA kann man auf die Einführung von Junktoren und Quantoren als logische Grundzeichen verzichten, desgleichen bei Vorhandensein eines Auswahloperators auf die Einführung des definiten und indefiniten Kennzeichnungsoperators, da sich diese mit Hilfe der anderen logischen Zeichen definieren lassen. Wir wollen an dieser Stelle nicht auf die besonderen Definitionen eingehen, sondern einfach annehmen, daß alle benötigten logischen Zeichen bereits als Grundzeichen vorliegen. Außerdem verwenden wir beim Aufbau der Ausdrücke Gliederungsklammern und nicht die klammerfreie polnische Notation, um eine leichtere Lesbarkeit von vornherein zu gewährleisten.

Eine formale Sprache $LA(S, C)$ ist dann gegeben durch eine Menge S , deren Elemente wir als spezielle Sorten bezeichnen, und eine Menge von nichtlogischen Konstanten C . Neben den speziellen Sorten enthält die Sprache die beiden logischen Sorten \mathbb{b} und \mathbb{u} (boolesche Sorte, universelle Sorte). Zu jeder Sorte s enthält die Sprache die Variablen v_0^s, v_1^s, \dots der Sorte s .

Die logischen Zeichen von LA sind:

die Junktoren: \top (Verum), \perp (Falsum), \neg (nicht), \wedge (und), \vee (oder),
 \rightarrow (wenn, dann), \leftrightarrow (genau dann, wenn),

die Quantoren: \forall (für alle), \exists (es gibt),

das Gleichheitszeichen: $=$,

das Elementzeichen: \in ,

die Zeichen für die Paarbildung: $<, >$,

die Zeichen für die Klassenbildung: $\{, |, \}$,

den definiten Kennzeichnungsoperator: $\mathfrak{!}$,

den indefiniten Kennzeichnungsoperator: \mathfrak{e} ,

den Auswahloperator: η .

LA enthält nur eine syntaktische Kategorie – die der Ausdrücke. Die Definition der Ausdrücke erfolgt rekursiv. Jede Variable und jede nichtlogische Konstante ist ein Ausdruck von $LA(S, C)$. Wenn α, β Ausdrücke sind und v Variable ist, so sind auch $\top, \perp, \neg \alpha, (\alpha \wedge \beta), (\alpha \vee \beta), (\alpha \rightarrow \beta), (\alpha \leftrightarrow \beta), \forall v \alpha, \exists v \alpha, (\alpha = \beta), (\alpha \in \beta), \langle \alpha, \beta \rangle, \{v \mid \alpha\}, \iota v \alpha, \epsilon v \alpha, \eta \alpha$ Ausdrücke. Der Kennzeichnungsausdruck $\iota v \alpha$ bezeichnet das Individuum, das der Bedingung α genügt, falls es genau ein solches gibt. Der Auswahl Ausdruck $\eta \alpha$ gibt ein Individuum aus α an, falls es ein solches gibt. Der indefinite Kennzeichnungsausdruck $\epsilon v \alpha$ gibt ein Individuum an, das der Bedingung α genügt, falls es ein solches gibt. Demnach gilt also $\epsilon v \alpha = \eta \{v \mid \alpha\}$. Durch die Klassenausdrücke $\{v_o^s \mid v_o^s = v_o^s\}$ werden die Bereiche D^s der einzelnen Sorten definiert (s kann eine spezielle Sorte, aber auch die universelle oder die boolesche Sorte sein).

Die formale Sprache $LA^?(S, C)$ enthält gegenüber $LA(S, C)$ als zusätzlichen Operator das Zeichen '?'. Zu den oben genannten Ausdrucksbestimmungen kommt für $LA^?(S, C)$ noch hinzu, daß mit α auch $?v \alpha$ ein Ausdruck ist. Demzufolge können auch Ausdrücke der folgenden Gestalt gebildet werden: $?v_1 \alpha \wedge ?v_2 \beta$ (Konjunktion von Fragen), $?v_1 ?v_2 \alpha$ (iterierte Frage), $\forall v_1 ?v_2 \alpha$ (generalisierte Frage). Auf diese Typen wollen wir jedoch vorerst nicht genauer eingehen.

Für eine Sprache $LA^?(S, C)$ sind die Sortenmenge S und die Konstantenmenge C frei wählbar. Aber es interessieren besonders solche formalen Sprachen, in denen sich die Gegebenheiten der natürlichen Sprache widerspiegeln. In den obigen Beispielsätzen haben wir bereits einige besondere Sorten von S eingeführt: *loc* (für Orte bzw. Örter), *viv* (für Lebewesen). In Abschnitt 5 werden wir die Sortenmenge S noch weiter spezifizieren. Die Menge C entspricht in den üblichen Grammatikkonzeptionen einer natürlichen Sprache weitgehend dem Lexikon. Zu den nichtlogischen Konstanten gehören für bestimmte Anwendungssituationen also Ausdrücke wie *Walter*, *treffen*, *Kiel*, *wohnen*, ... und auch *ich*, *es*, *wissen*, um so natürlichsprachliche Fragen und Antworten adäquat formalisieren zu können und insbesondere eine Antwort der Art (2') formal zu ermöglichen. Wie die in Abschnitt 1 diskutierten Beispielsätze zeigen, wird häufig gar nicht die ganze Ausdrucksfähigkeit von $LA^?$ ausgenutzt. Die aufgezählten Phänomene lassen sich jedoch gut in $LA^?$ darstellen.

Wir stellen noch einmal die vier diskutierten Fragetypen zusammen:

- (I) Wenn α ein Ausdruck von $LA(S, C)$ ist und $s \in S$,
dann ist $?v^s_\alpha$ eine W-Frage von $LA^?(S, C)$.
- (II) Wenn β ein Ausdruck von $LA(S, C)$ ist,
dann ist $?v^{lb}(\beta \leftrightarrow \beta)$, bzw. als Kurzform $\beta?$, eine Ja/Nein-Frage von $LA^?(S, C)$.
- (III) Wenn A und β Ausdrücke von $LA(S, C)$ sind,
dann ist $?v^u(v^u \in A \wedge \beta)$ eine *welch-NG-Frage* von $LA^?(S, C)$.
(Dabei ist A im allg. eine Konstante oder ein Klassenausdruck von $LA(S, C)$.)
- (IV) Wenn in der W-Frage $?v^s_\alpha$ der Ausdruck α die spezielle Form $\beta \wedge (v^s = a_1 \vee \dots \vee v^s = a_n)$ hat oder
wenn in der *welch-NG-Frage* $?v^u(v^u \in A \wedge \beta)$ der Ausdruck A die spezielle Form $\{a_1, \dots, a_n\}$ hat oder wenn im allg. Fragetyp $?v^u_\alpha$ der Ausdruck α die spezielle Form $\exists v_1^{lb} \dots \exists v_n^{lb} (v^u = \langle v_1^{lb}, \dots, v_n^{lb} \rangle \wedge (v_1^{lb} \leftrightarrow \beta_1) \wedge \dots \wedge (v_n^{lb} \leftrightarrow \beta_n))$ hat,
dann bezeichnen wir diese Fragen auch als *Alternativ-Fragen*.

3. Wir wollen die logische Semantik von $LA(S, C)$ nur kurz skizzieren. Um die Sprache zu bewerten, muß zunächst ein Objektbereich zugrunde gelegt werden, der die einzelnen Individuenbereiche für die universellen Variablen, die booleschen Variablen und die speziellen Variablen aus S umfaßt. Die nichtlogischen Konstanten aus C werden durch Objekte interpretiert.

Wenn zu den nichtlogischen Konstanten formale Entsprechungen zu deiktischen Konstanten der natürlichen Sprache wie *ich*, *du*, *es*, *hier* gehören, so werden auch diese in geeigneter Weise interpretiert, da durch eine Interpretation auch der Äußerungskontext festgelegt ist und damit auch die Bedeutung (Referenz) dieser Konstanten. Wir benötigen keine aufwendige Beschreibung für die Semantik von *wissen*, da diese Konstante vorerst nur in dem einen speziellen Antworttyp auftritt (siehe (20)). Uns ist klar, daß den Problemen des Wissens bei Frage-Antwort-Sequenzen und dem Wissenshintergrund der Dialogpartner

besondere Aufmerksamkeit zugewendet werden muß (vgl. GREWENDORF (1978)). Im Rahmen dieses Aufsatzes wollen wir dem jedoch nicht weiter nachgehen, wie wir auch den Einfluß modaler Ausdrücke in Fragen auf nachfolgende Sprechhandlungen hier unberücksichtigt lassen.

Die Interpretation der logischen Symbole erfolgt in Analogie zu den üblichen prädikatenlogischen Bewertungen. Alle logischen Symbole haben jeweils eine metasprachliche Entsprechung, so daß insgesamt allen Ausdrücken von $LA(S,C)$ ein Objekt als Wert zugewiesen wird (vgl. dazu GLUBRECHT (1976) und GLUBRECHT/OBERSCHELP/TODT (in Vorb.)).

Um auch die Ausdrücke von $LA^?(S,C)$ bewerten zu können, müssen wir zusätzlich die Werte von Ausdrücken der Art $? \forall \alpha$ erfassen und auch die logischen Operationen auf solche Werte ausdehnen. In anderen Ansätzen ist die Bewertung von Fragen meist in der Weise versucht worden, daß man dafür die Wahrheitswerte der möglichen Antworten oder der in der Frage enthaltenen Präsuppositionen genommen hat (z.B. BELNAP/STEEL (1976), ROHRER (1971)). Auf diese Weise konnte von einer Frage auf die in ihr enthaltenen Präsuppositionen gefolgert werden, ähnlich wie aus der Wahrheit oder Falschheit einer Aussage auf ihre Präsuppositionen gefolgert werden kann. Eine andere Möglichkeit, Fragen zu bewerten, wird in OBERSCHELP (1977) dargestellt. Direkte Fragen tauchen dort in der formalen Sprache gar nicht auf, brauchen also auch nicht bewertet zu werden. Gegenstand der Untersuchung sind hingegen Fragebeschreibungen, d.h. Aussagen in Form bestimmter Hypersätze, die die Fragehandlung wiedergeben. Fragen werden damit auf Aussagen zurückgeführt, deren Interpretation weniger Schwierigkeiten bereitet. Wenn wir diese Methode auf die von uns analysierte direkte Wissensfrage anwenden würden, so müßten wir anstelle der direkten Fragen Fragebeschreibungen in Form von Hypersätzen wie "A will von B wissen, ..." in die formale Sprache aufnehmen und dann diese Hypersätze bewerten. Da in einem natürlichsprachlichen Dialog grundsätzlich direkte Sprechweisen vorherrschen, meinen wir, das Phänomen der Kommunikation besser nachzeichnen zu können, indem wir tatsächlich direkte Fragen und Antworten untersuchen. Wir schlagen eine Semantik der direkten Fragen vor, wobei wir zusätzlich berücksichtigen, daß Fragen nicht durch Wahrheitswerte interpretiert werden sollten.

Da die Bewertung von Fragen durch Wahrheitswerte i. allg. über ein Konzept der in Fragen enthaltenen Präsuppositionen begründet wird, wollen wir kurz auf den Präsuppositionsbegriff eingehen. Betrachten wir zunächst den Begriff der Präsupposition von Aussagen anhand des Beispiels (11).

(11) *Walter hat aufgehört zu rauchen.*

Aus (11) ergibt sich als Präsupposition

(12) *Walter hat geraucht.*

Eine etwas genauere Analyse müßte davon ausgehen, daß (11) von einem Sprecher behauptet wird und daß ein Hörer Grund zur Annahme hat, daß der Sprecher von (11) die Aussage (12) für wahr hält. Dieses wird allgemein damit begründet, daß aus (11) logisch (12) folgt und gleichfalls aus

(11') *Walter hat nicht aufgehört zu rauchen.*

Die Annahme der Präsupposition (12) wird demnach zurückgeführt auf das Vorliegen von zwei logischen Folgerungen. Gewisse Präsuppositionen lassen sich also aufgrund von logischen Folgerungen aus Aussagen gewinnen (vgl. TODT/GUHL (1975)). Dementsprechend versuchte man die in Fragen enthaltenen Präsuppositionen durch logische Folgerungen aus diesen Fragen zu gewinnen. Dies halten wir jedoch für inadäquat, da hier die Präsupposition nicht aus der Frage selbst, sondern aus einer Aussage gefolgert werden muß, und zwar aus der metasprachlichen Aussage, daß die Frage als Fragehandlung gestellt wurde (d.h. aus der Fragebeschreibung). Demzufolge kann man also aus

(13) *Hat Walter aufgehört zu rauchen?*

nicht auf (12) schließen, sondern man kann allenfalls aus (13a)

(13a) *Angela will von Barbara wissen, ob Walter aufgehört hat zu rauchen*
auf (12a)

(12a) *Angela nimmt (12) als wahr an*
folgern.

Wenn also die Frage (13) von einem Sprecher gestellt wird, so hat der Hörer Grund zu der Annahme, daß der Fragesteller die Aussage (12) für wahr hält. (Vgl. dazu auch GREWENDORF (1977).) Der Wahrheitswert von (12) ist damit jedoch keinesfalls schon festgelegt, da ja auch eine wahre Antwort wie *Walter hat nicht geraucht* durchaus möglich ist. Derartige Antworten, durch die Korrekturen an gewissen Annahmen des Fragestellers vorgenommen werden (vgl. MAAS (1972)), wollen wir jedoch nicht als direkte Antworten bezeichnen und daher auch nicht unter die direkten formalen Antworten subsumieren. Wir bezeichnen sie als Annahmenkorrekturen. Es ist zu beachten, daß aber auch durch direkte Antworten gewisse Annahmen des Fragestellers modifiziert werden können. So ist auf die Frage

(14) *Wer hat den Unfall überlebt?*

die Antwort

(14a) *Niemand hat den Unfall überlebt*

eine direkte Antwort, wohingegen

(14b) *Es gab gar keinen Unfall,*

eine Annahmenkorrektur ist.

Direkte Antworten wie (14a) auf (14) sind auch für andere W-Fragen, welche NG-Fragen und Alternativ-Fragen möglich. So ist auf die Frage (3) auch die wahre Antwort *Nirgendwo* (= ohne festen Wohnsitz) möglich, auf die Frage (5) die wahre Antwort *In keiner Straße* und auf die Frage (10) die wahre Antwort *Weder noch*.

Wir sind uns bewußt, daß unsere Ausführungen zum Präsuppositionsbegriff keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben können. Es sollte lediglich aufgezeigt werden, daß man dem Phänomen nicht dadurch gerecht wird, daß direkte Fragen durch Wahrheitswerte bewertet werden.

Direkte Fragen sind von Aussagen grundsätzlich verschieden und sollten daher nicht mit Wahrheitswerten bewertet werden. Eher ist unser allgemeiner Fragetyp $?v\alpha$ vergleichbar mit Ausdrücken wie $\{v \mid \alpha\}$, $!v\alpha$, $ev\alpha$. Durch $?v\alpha$ wird nämlich die Angabe etwa von $\{v \mid \alpha\}$ oder $!v\alpha$ oder $ev\alpha$ gefordert. $?v\alpha$ sollte also analog zu diesen Ausdrücken bewertet werden. Da es sich hierbei

nicht um Wahrheitswerte handelt (außer wenn v eine boolesche Variable ist), können daraus auch keine sinnvollen logischen Folgerungen gezogen werden – ein Ziel, das wir gerade anstreben. Wir schlagen daher für $?v\alpha$ eine analoge Bewertung zu $\{v \mid \alpha\}$, $1v\alpha$, $ev\alpha$ vor, also den Bewertungsprozeß dieser Ausdrücke quasi zu kopieren. Dies erreicht man, wenn die Objekte, die zur Interpretation zugelassen sind, jeweils in zweifacher Ausfertigung vorliegen. Aus dem jeweiligen Äußerungskontext ergibt sich, ob $?v\alpha$ analog zu $\{v \mid \alpha\}$, $1v\alpha$ oder $ev\alpha$ bewertet wird. Man stelle sich die Interpretation einer Frage also folgendermaßen vor: es handelt sich um ein Objekt, das so aussieht wie das in der geforderten Antwort anzugebende Objekt. Das Frage-Objekt trägt aber gegenüber dem Antwort-Objekt ein Unterscheidungsmerkmal, das es als Frage spezifisch auszeichnet. Es bleibt einer pragmatischen Analyse dialogischer Kommunikation vorbehalten, wie dies Unterscheidungsmerkmal genau zu charakterisieren ist, z.B. in welcher Art dadurch zum Antworten aufgefordert wird. Durch diese Semantik wird auch die Möglichkeit offengehalten, daß beliebige sprachliche Ausdrücke (nicht nur der formal-grammatische Fragesatz) in der Semantik als Fragen gekennzeichnet werden und in der Pragmatik als solche fungieren.

Die Erweiterung der Semantik der übrigen logischen Symbole auf die neuen Frage-Objekte soll nun so erfolgen, wie dies allgemein in der Semantik von LA geschieht. Auch in der Ausdruckslogik LA müssen z.B. die Bedeutungen der Junktoren auch für solche Objekte festgelegt werden, die keine Wahrheitswerte sind.

Es sei schließlich betont, daß die hier angegebene Semantik offenlegt, daß der Frageoperator "?" nicht a priori in seiner Bedeutung festliegt. Die verschiedenen Funktionsweisen könnten syntaktisch auch dadurch erfaßt werden, daß statt des einen mehrere Frageoperatoren eingeführt würden. So werden z.B. bei BELNAP/STEEL (1976)² durch Indizierung unterschiedliche Frageoperatoren verwendet (Frage nach drei bis fünf Individuen, Frage nach vollständiger Antwort, Frage nach vollständiger disjunktiver Antwort usw.). Demgegenüber beschränken wir uns auf einen einzigen Frageoperator und lassen dann in der Semantik zu, daß ein Hörer ein Frageziel möglicherweise anders interpretiert, als dies vom Fragesteller intendiert wurde. Dazu ein Beispiel eines Kommunikationsablaufes:

Angela fragt Barbara:

Wer kommt?

(Angela möchte wissen, wer alles kommt. Barbara interpretiert die Frage jedoch im Sinne von 'Gib mindestens eine Person an, die kommt'.)

Barbara antwortet Angela:

Walter kommt.

(Angela will eine mögliche Fehlinterpretation ihrer Ausgangsfrage ausschließen und stellt eine Nachfrage.)

Angela fragt Barbara:

Als einziger?

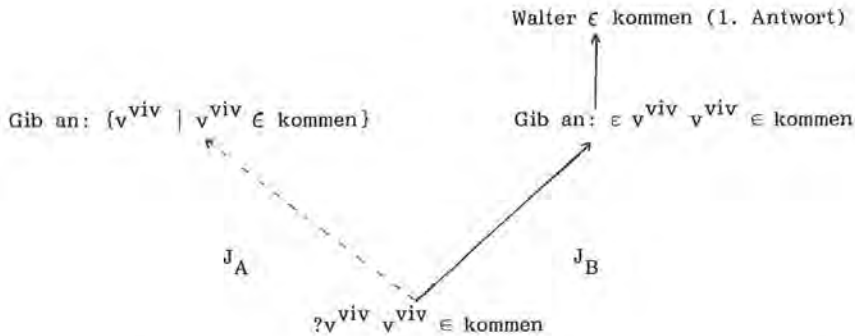
(Die ausführliche Version dieser Ja/Nein-Frage wäre:
Kommt Walter als einziger?)

Barbara antwortet Angela:

Nein.

(Die ausführliche Version dieser Antwort wäre:
Walter kommt nicht als einziger. Aufgrund dieser Antwort kann Angela sicher sein, daß ihre Ausgangsfrage von Barbara nicht in dem intendierten Sinne verstanden worden ist. Damit Angela ihr ursprüngliches Frageziel erreicht, müßte sie weitere Nachfragen stellen.)

Wir geben die in diesem Beispiel aufgezeigten Interpretationen der beiden Sprecher Angela (A) und Barbara (B) bis zur ersten Antwort an, wobei wir die Frageobjekte durch das Unterscheidungsmerkmal "Gib an:" auszeichnen.



4. Wir wollen jetzt zu unserem allgemeinen Fragetyp $?v\alpha(v)$ festlegen, welche Antworten dafür zugelassen sind. Der schwächste Antwortbegriff berücksichtigt keinerlei Kontextbedingungen, sondern orientiert sich allein an der Form der Frage. Durch $?v\alpha(v)$ wird die Angabe entweder irgendeines v , das die Bedingung $\alpha(v)$ erfüllt ($\varepsilon v\alpha$), oder genau eines v , das die Bedingung $\alpha(v)$ erfüllt ($!v\alpha$), oder aller v , die die Bedingung $\alpha(v)$ erfüllen ($\{v \mid \alpha\}$), gefordert; dabei ist auch noch eine Relativierung auf eine Klasse A möglich. Falls es jedoch kein v gibt, das die Bedingung $\alpha(v)$ erfüllt ($\neg \exists v\alpha$), so soll dies auch in einer möglichen Antwort ausgedrückt werden können. Ebenso kann der Befragte sein Nichtwissen in der Antwort thematisieren. In natürlichsprachlichen Dialogen wird meist mehr oder auch weniger Information in der Antwort gegeben, als in der Frage formal zum Ausdruck gebracht wird; dieses Phänomen, das insbesondere für den dynamischen Fortlauf der verbalen Kommunikation wesentlich ist, läßt sich semantisch nur schwer erfassen.

Als formale Antworten sind demnach zugelassen:

- | | | |
|-------|--|---|
| (15) | $\alpha(\beta)$ | (β erfüllt die Bedingung α) |
| (16) | $\frac{1}{\exists} v\alpha \wedge \alpha(\beta)$ | (genau β allein erfüllt die Bedingung α) |
| (16a) | $\frac{1}{\exists} v \in A) \alpha \wedge \alpha(\beta)$ | (genau das β aus A erfüllt die Bedingung α) |
| (17) | $\forall v\alpha$ | (alle v erfüllen die Bedingung α) |
| (17a) | $(\forall v \in A)\alpha$ | (alle v aus A erfüllen die Bedingung α) |

- (18) $A = \{v \mid \alpha\}$ (genau die v aus A erfüllen die Bedingung α)
 (19) $\neg \exists v \alpha$ (kein v erfüllt die Bedingung α)
 (19a) $\neg (\exists v \in A) \alpha$ (kein v aus A erfüllt die Bedingung α)
 (20) $\langle \text{ich, es} \rangle \notin \text{wissen}$ (Befragter kennt kein v , das die Bedingung α erfüllt)

Auf den ersten Blick mag die hier aufgestellte Liste von formalen Antworten gegenüber der Typisierung bei BELNAP/STEEL (1976) als nicht vollständig erscheinen. Wir sind nicht der Meinung, daß eine Frage der natürlichen Sprache stets auf eine einzige Form der Antwort abzielt. Wenn ein Fragesteller dies jedoch erreichen will (und sich somit für einen der Frageoperatoren von BELNAP/STEEL entscheidet), so muß die Frage dementsprechend hochgradig präzise formuliert werden, und die direkte Antwort würde diesen Präzisionsgrad genau wiedergeben (wäre also mit einem Antworttyp bei BELNAP/STEEL äquivalent). Wie sich anhand von Frage-Antwort-Dialogen beobachten läßt, weisen Fragen und Antworten in der Regel nicht diesen Präzisionsgrad auf, eher erfolgt die Eingrenzung des Frageziels über weitere Nachfragen im Dialog. Einerseits weiß der Fragende nicht einmal immer, wie genau er seine Frage stellen kann oder soll, andererseits kann sich eine solche Präzision auch als irrelevant erweisen. Entsprechendes gilt umgekehrt für den Antwortenden.

Als Kurzformen für (15) bis (19) sind zugelassen:

- | | | | | | |
|--------|--------------------|------------------------------------|----------------------|--------|------------------------|
| (15') | β | (16') | $\overset{1}{\beta}$ | (16a') | $\overset{1}{\beta}_A$ |
| (17') | \forall | (17a') | \forall_A | (18') | $\overset{1}{A}$ |
| (19') | $\neg \exists^s$ | (wobei s die Sorte von v ist) | | | |
| (19a') | $\neg \exists_A^s$ | (wobei s die Sorte von v ist). | | | |

Häufig wird nur eine Kurzform als (formale) Antwort auf eine Frage gegeben, wobei die durch v in α gesetzte "Lücke" (vgl. EGLI (1974)) belegt wird, was zugleich syntaktisch in der natürlichen Sprache begründet ist und dem rhematischen Charakter der Antwort entspricht.

Das oben aufgezeigte Spektrum der formalen Antworten und ihrer Kurzformen soll anhand natürlichsprachlicher Beispiele jetzt konkretisiert werden. Zu einer Frage wie

(21) *Wer kommt?*

kann die folgende Typologie möglicher Antworten aufgestellt werden:

- | | | |
|--------|---|---------------|
| (22) | <i>Walter kommt.</i> | (vgl. (15)) |
| (22') | <i>Walter.</i> | (vgl. (15')) |
| (23) | <i>Walter kommt als einziger.</i> | (vgl. (16)) |
| (23') | <i>Nur Walter.</i> | (vgl. (16')) |
| (23a) | <i>Walter kommt als einziger Pilot.</i> | (vgl. (16a)) |
| (23a') | <i>Von den Piloten nur Walter.</i> | (vgl. (16a')) |
| (24) | <i>Alle kommen.</i> | (vgl. (17)) |
| (24') | <i>Alle.</i> | (vgl. (17')) |
| (24a) | <i>Alle Piloten kommen.</i> | (vgl. (17a)) |
| (24a') | <i>Alle Piloten.</i> | (vgl. (17a')) |
| (25) | <i>Nur die Piloten allein kommen.</i> | (vgl. (18)) |
| (25') | <i>Genau die Piloten.</i> | (vgl. (18')) |
| (26) | <i>Niemand kommt.</i> | (vgl. (19)) |
| (26') | <i>Niemand.</i> | (vgl. (19')) |
| (26a) | <i>Kein Pilot kommt.</i> | (vgl. (19a)) |
| (26a') | <i>Kein Pilot.</i> | (vgl. (19a')) |
| (27) | <i>Ich weiß (es) nicht.</i> | (vgl. (20)) |

Wir bezeichnen die Typen (15) bis (20) als die formal zulässigen Antworten auf die Frage ? ν (ν). Dieser Begriff ist sehr viel weiter als der Begriff der "direct answer" (BELNAP/STEEL (1976)). In (15) ist β weitgehend beliebig, und so sind auf die Frage (21) in Analogie zu (22) weitere mögliche und formal zulässige Antworten z.B. *Jemand kommt*, *Der*, *der kommt*, *kommt*. Eine derart nichtssagende Antwort wie gerade die letztere wird normalerweise in der dialogischen Kommunikation von einem Fragenden nicht akzeptiert, jedoch könnte die vorletzte Antwort (*Jemand kommt* im Sinne von *Es kommt schon jemand*) durchaus akzeptabel genannt werden. BELNAP/STEEL (1976) beschränken ihr Konzept der direkten Antwort nur auf die akzeptablen Fälle von (15) bis (18), wir hingegen meinen, daß dabei auch unbedingt (19) berücksichtigt werden muß.

Den Begriff der akzeptablen Antwort müssen wir näher erläutern. Durch den Äußerungskontext, in dem die Frage-Antwort-Sequenz verwendet wird, wird im allgemeinen eine Menge von Individuen eingegrenzt, die als Werte für v in $?v\alpha$ zugelassen sind. Ist v speziell eine Variable für 'Lebewesen', so sollen natürlich auch nur Lebewesen oder Mengen von Lebewesen in der Antwort genannt werden dürfen; unter kommunikativ-funktionalem Aspekt heißt das vorrangig diejenigen Lebewesen, deren namentliche Angabe in der Antwort formal zulässig ist und zugleich vom antwortenden Dialogpartner als relevant und erwünscht (im Sinne des Frageziels) für den Fragesteller eingeschätzt wird. Wenn wir also feststellen, daß ein Name wie *Der*, *der kommt* als Antwort auf die Frage (21) in einem bestimmten Kontext normalerweise nicht zulässig (= akzeptabel) sei, so müssen wir neben den genannten syntaktisch-semanticen Beschränkungen weitere, anders geartete, pragmatische Beschränkungen für die Namen, die für Individuen und Mengen von Individuen stehen, zulassen. Wir wollen also weiterhin diskutieren, was es heißt, daß durch den Kontext eine Menge von Namen für die Fragevariable festgelegt ist.

Sofern bestimmte Namen durch spezielle Kontexte nicht ausdrücklich ausgeschlossen sind, zählen zu diesen Namen insbesondere die sog. Standardnamen. BELNAP/STEEL (1976, S. 8) benutzten hierfür den Begriff 'nominal category' und zwar ausschließlich als Konstanten für Individuen. Wir verstehen Standardnamen als Namen, die eine einfache sprachliche Form haben und weitgehend unabhängig vom besonderen Situationskontext des Dialogs sind: so sind etwa Eigennamen von Personen Standardnamen für menschliche Individuen, *rot*, *grün* usw. Standardnamen für Farben, während *die Farbe des Himmels am 18.12.1978 um 11 Uhr 42 in Kiel* im allgemeinen kein Standardname für Farben ist. Derartige Namen können aber dennoch in akzeptablen Antworten vorkommen. In natürlichen Sprachen stellen Standardnamen als Antworten auf Fragen insbesondere (soziokulturell begründete) Konventionen der Sprachverwendung (Normen der Sprachgemeinschaft) dar. Wir lassen neben Standardnamen auch andere Namen als Antworten zu, die insbesondere keine Konstanten zu sein brauchen (also durchaus Kennzeichnungsterme sein können), und zwar nicht nur für Individuen, sondern auch für Mengen von Individuen. So könnten also *Walter*, *der Penner von gestern*, *Männer* solche Namen sein.

Die Menge der der Fragevariablen zugeordneten Namen wird durch die Frage selbst oder im Zusammenhang mit dem Kontext eingegrenzt. So erfolgt bei W-Fragen eine Eingrenzung durch die Fragevariable (zusammen mit weiteren satzsemantischen Bedingungen), bei Alternativ-Fragen werden die Namen schon in den aufgeführten Alternativen genannt. Bei Ja/Nein-Fragen v^{lb} ($v^{\text{lb}} \leftrightarrow \beta$) sind natürlich τ und \perp auf jeden Fall Standardnamen der Antwort, so daß sich die akzeptablen Antworten als $\tau \leftrightarrow \beta$ und $\perp \leftrightarrow \beta$ ergeben, mit ihren Kurzformen τ (*Ja*) und \perp (*Nein*). Da $\tau \leftrightarrow \beta$ logisch äquivalent ist mit β , und da $\perp \leftrightarrow \beta$ logisch äquivalent ist mit $\neg \beta$, sollen hier auch β und $\neg \beta$ selbst als akzeptable Antworten zugelassen werden. Entsprechend lassen sich auch die Antworten auf Alternativ-Fragen (wobei die Alternativen in diesem Fall aus Aussagen bestehen) weiter vereinfachen. Soll in einer Antwort auf (8c) zum Ausdruck gebracht werden, daß β_1 zutrifft, β_2 und β_3 jedoch nicht, so läßt sich nämlich eine Antwort

$$\exists v_1^{\text{lb}} \exists v_2^{\text{lb}} \exists v_3^{\text{lb}} \langle \tau, \perp, \perp \rangle = \langle v_1^{\text{lb}}, v_2^{\text{lb}}, v_3^{\text{lb}} \rangle \wedge (v_1^{\text{lb}} \leftrightarrow \beta_1) \\ \wedge (v_2^{\text{lb}} \leftrightarrow \beta_2) \wedge (v_3^{\text{lb}} \leftrightarrow \beta_3))$$

logisch äquivalent umformulieren in

$$\beta_1 \wedge \neg \beta_2 \wedge \neg \beta_3.$$

In der natürlichen Sprache wird in diesem Fall meist eine Verbalisierung von β_1 als Antwort gegeben.

Antworten auf Ja/Nein-Fragen in natürlichen Sprachen weisen darauf hin, daß das Ziel einer solchen Frage häufig nicht allein darin besteht, daß ein Wahrheitswert angegeben werden soll (Antwort *Ja* bzw. *Nein*), sondern daß zusätzliche Angaben erwünscht sind (*Ja, weil ...*, *Nein ...*).

In der Frage (28)

(28) *Kommt Walter oft?*

kann etwa zusätzlich nach der Häufigkeit des Kommens gefragt sein (sekundäres Frageziel *oft*). Mögliche Antworten auf (28) wären:

(29a) *Ja, dreimal die Woche.*

(29b) *Nein, dreimal die Woche.*

In (28) könnte jedoch *implicite* ebenso gut nach einer Begründung gefragt sein, so daß eine mögliche Antwort (29c) wäre:

(29c) *Nein, er ist gehbehindert.*

Wir unterscheiden also zwischen dem formalen Frageziel und zusätzlichen sekundären Fragezielen. Die letzteren können durch bestimmte sprachliche Ausdrücke verbaliter gegeben sein (wie z.B. *oft* in (28')), oder sie werden indirekt durch sprachsoziale Faktoren (zurückführbar auf Handlungskonventionen) gesteuert. Sofern Antworten, die sich auch auf sekundäre Frageziele beziehen, in der formalen Darstellung berücksichtigt werden sollen, so müßte die Beziehung zwischen Fragen und den in ihnen enthaltenen, auf sekundäre Frageziele hinweisenden sprachlichen Ausdrücken und Kontextfaktoren offengelegt werden.

5. Wir wenden uns im folgenden den W-Fragen zu, da es notwendig ist, die Frageziele hinsichtlich ihrer Zuordnung zu einem bestimmten Bereich genauer zu analysieren, um derart eine Abgrenzung und interne Ordnung der Sortenmenge *S* zu erhalten. Aufgrund einer Analyse der in W-Fragen enthaltenen Frageproformen (hier anhand des Deutschen) und deren semantischen Funktionen kommen wir zu einer vorläufigen Liste grundlegender Sorten.

| (A) | Frageproformen | Sorten | Bereiche |
|-----|---|-------------|--------------------------|
| | <i>wer, wen, von wem, was, ...</i> | <i>viv</i> | Lebewesen |
| | <i>wo, wohin, woher, bis wohin, ...</i> | <i>loc</i> | Orte bzw. Örter |
| | <i>wann, von wann ab, ...</i> | <i>temp</i> | Zeitpunkte (Zeitspannen) |
| | <i>was, womit, woran, ...</i> | <i>res</i> | Sachen, Gegenstände |
| | <i>was tut, was macht, wobei, ...</i> | <i>act</i> | Handlungen |

Die Aufnahme der in (A) aufgelisteten Sorten in eine Sortenmenge *S* hat natürlich Konsequenzen für die Semantik von $LA^?(S,C)$. So muß eine Interpretation von $LA^?(S,C)$ innerhalb des universellen Bereichs spezielle Bereiche für Lebewesen, Örter, Zeitpunkte, Gegenstände und Handlungen enthalten,

Es wirft sicher ontologische Probleme auf, die Individuen dieser Bereiche festzulegen bzw. einzugrenzen. Die dahinterstehende Ontologie lassen wir jedoch unberücksichtigt, da wir hier in einem mengentheoretischen Rahmen arbeiten und es auf die Besonderheit der darin eingeführten Objekte nicht ankommt. Auch in handlungslogischen Ansätzen werden z.B. Handlungen als "normale" Individuen angesehen. Wir unterscheiden allgemein Objekte und Individuen, wobei es sich lediglich um eine bezeichnungsmäßige Unterscheidung handelt. Als Individuen einer bestimmten Interpretation von $LA^?(S,C)$ werden solche Objekte bezeichnet, die als Werte für die Variablen zugelassen sind. In einer anderen Interpretation etwa treten diese möglicherweise gar nicht auf oder treten als Objekte auf, die in dieser Interpretation keine Individuen sind. Die Begriffe sind also nicht ontologisch absolut zu verstehen.

Die Liste (A) der Sorten ist im Hinblick auf die natürliche Sprache im Zusammenhang mit dem jeweiligen Prädikat einer Frage zu sehen, weil dadurch häufig erst die genaue Zuordnung erfolgt. Darüber hinaus trägt auch der Kontext zur Eingrenzung bei. Die in diesem Inventar angegebenen Frageproformen sind also nicht so zu verstehen, daß nur mit ihnen das bestimmte Frageziel einer Frage angegeben werden kann, sondern es soll lediglich widergespiegelt werden, daß sie häufig in solchen Fragen verwendet werden, deren Frageziel sich auf die Angabe von Individuen aus den entsprechenden Bereichen richtet. Vom semantischen Standpunkt ist die in der Liste (A) vorgenommene Einteilung offensichtlich willkürlich. Es gibt z.B. Fragen wie *Was piept?*, die in der Antwort sowohl die Angabe eines Lebewesens als auch eines Gegenstandes zulassen (*Der Vogel piept*, *Die Maschine piept*). Ebenso kann auch eine Unterteilung durch genauere Spezifikation der angegebenen Sorten vorgenommen werden; so könnte z.B. die Sorte "viv" in Sorten für menschliche und nichtmenschliche Lebewesen unterteilt werden, oder es könnte eine Sorte "instr" für Instrumente (Frageproform *womit*) eingeführt werden, wenn sich dies hinsichtlich einer Kasus-Grammatik als sinnvoll erweisen sollte (vgl. BORGATO/MANZOTTI/PUSCH/SCHWARZE (1978)).

Zur Illustration unseres Sorteninventars seien einige Beispiele diskutiert.

Zur Sorte viv:

(30) *Wer kommt?*

- (30a) $?v^{viv} v^{viv} \in kommen.$
- (31) *Wen trifft Walter?*
- (31a) $?v^{viv} \langle Walter, v^{viv} \rangle \in treffen.$
- (32) *Von wem spricht Angela?*
- (32a) $?v^{viv} \langle Angela, v^{viv} \rangle \in sprechen von$
- (33) *Was bellt?*
- (33a) $?v^{viv} v^{viv} \in bellen.$

Die Formalisierungen (31a) und (32a) zeigen, daß wir in der formalen Sprache noch keine Kasuspezifikationen vornehmen, die in der natürlichen Sprache eine große Rolle spielen. In Antworten (sowohl in der Langform als auch in der Kurzform) müssen z.B. Präpositionen wieder aufgenommen werden (Rektion); Kurzform einer Antwort auf (32) wäre etwa *von Barbara* (demgegenüber auf (32a) die Kurzform *Barbara*). Ähnliches gilt auch für iterierte Fragen:

- (34) *Wer frißt wen?*
- (34a) $?v_1^{viv} ?v_2^{viv} \langle v_1^{viv}, v_2^{viv} \rangle \in fressen.$

Eine zulässige Antwort auf (34) wäre "Die Katze die Maus". Hier wird deutlich, daß auch die Stellung als Kasusanzeige fungieren kann.

Zur Sorte *loc*:

- (35) *Wohin geht Walter?*
- (35a) $?v^{loc} \langle Walter, v^{loc} \rangle \in hingehen,$
- (36) *Woher kommt Walter?*
- (36a) $?v^{loc} \langle Walter, v^{loc} \rangle \in herkommen.$
- (37) *Bis wohin läuft Walter?*
- (37a) $?v^{loc} \langle Walter, v^{loc} \rangle \in hinlaufen bis$

Als weiteres Beispiel vergleiche man (3) mit der Formalisierung (3b). Die Modifikationen der Frageproformen, die sich durch Richtungsverben ergeben, werden in der formalen Sprache nicht erfaßt; sie gehören zur Semantik des Prädikats. Wir haben in (30a) *kommen* als einstelliges Prädikat, in (36a) als

zweistelliges behandelt; dies wird durch die große Ausdrucksfähigkeit von LA^2 ermöglicht. Es ist evident, daß der Bereich D^{loc} nicht nur punktuelle Orte enthält sondern auch ausgedehnte Objekte.

Zur Sorte temp:

(38) *Wann kommt Walter?*

(38a) $?v^{temp} \langle Walter, v^{temp} \rangle \in kommen.$

(39) *Von wann ab liest Walter?*

(39a) $?v^{temp} \langle Walter, v^{temp} \rangle \in lesen_{ab}$

Da uns die Formalisierung (39a) mit Hilfe des zweistelligen Prädikats *lesen ab* für die sprachliche Wendung ... *liest ab* ... nicht adäquat erscheint, geben wir zunächst eine halbformale Version von (39) an, die die logische Struktur besser ausdrückt (damit entscheiden wir uns dann auch schon für eine bestimmte Interpretation von (39)).

(39b) Welcher Zeitpunkt v_1^{temp} ist derart, daß für alle Zeitpunkte v_2^{temp} gilt: Walter liest zum Zeitpunkt v_2^{temp} genau dann, wenn v_2^{temp} später liegt als v_1^{temp} ?

Mit der Konstanten \geq für "... liegt später als ..." ergibt sich dann:

(39c) $?v_1^{temp} \forall v_2^{temp} (\langle Walter, v_2^{temp} \rangle \in lesen \leftrightarrow v_2^{temp} \geq v_1^{temp}).$

Wir lasen somit auch Formalisierungen zu, die nicht so nahe an der Oberflächenstruktur der natürlichsprachlichen Ausdrücke liegen. Der Bereich D^{temp} enthält neben Zeitpunkten auch ganze Zeitspannen. So ist auf die Frage (38) neben einer Antwort wie *um 11,42 Uhr* auch die Antwort *heute* zulässig. Dennoch herrscht der punktuelle Charakter vor; denn *heute* kann in der Antwort nicht durch das scheinbar gleichwertige *von 0 bis 24 Uhr* ersetzt werden, aber durch *zwischen 0 und 24 Uhr*, d.h. durch *zu einem Zeitpunkt zwischen 0 und 24 Uhr*.

Zur Sorte res:

(40) *Was liest Walter?*

(40a) $?v^{res} \langle Walter, v^{res} \rangle \in lesen.$

(41) *Womit fährt Walter?*

- (41a) $?v^{res} \langle \text{Walter}, v^{res} \rangle \in \text{fahrenmit.}$
- (42) *Womit schließt Walter die Tür auf?*
- (42a) $?v^{res} \langle \text{Walter}, v^{res}, \text{Tür} \rangle \in \text{aufschließenmit.}$
- (43) *Woran stößt sich Walter?*
- (43a) $?v^{res} \langle \text{Walter}, v^{res} \rangle \in \text{sichstoßen.}$

Die Frage (42) ist ein typisches Beispiel für die neu einzuführende Sorte "instr". Die Frageproformen *was* und *woran* haben sehr universellen Charakter, was z.B. in Fragen der Art *Woran denkt Walter?* zum Ausdruck kommt (Antworten: *ans Heiraten, an Liebe, an Barbara, an Geld, ...*). Eine Sorte für Abstrakta haben wir bisher nicht vorgesehen; sie müßte sich jedoch unserer Meinung nach in ein allgemeineres Semantik-Konzept einfügen lassen.

Zur Sorte act:

- (44) *Was tut Walter?*
- (44a) $?v^{act} \text{Walter} \in v^{act}.$
- (45) *Was macht Barbara?*
- (45a) $?v^{act} \text{Barbara} \in v^{act}.$
- (46) *Wobei ertappt Walter Barbara?*
- (46a) $?v^{act} \langle \text{Walter}, \text{Barbara}, v^{act} \rangle \in \text{ertappenbei.}$

Die Formalisierungen (44a) und (45a) zeigen, daß in der natürlichen Sprache Wörter wie *tut*, *macht* die Rolle einer Variablen für Handlungen spielen, wobei jedoch *macht* auch noch zur Bezeichnung spezieller Handlungen dient (z.B. im Sinne von *produziert*). Das drückt sich in der Ambiguität von (45) aus (*Was produziert Barbara, Wie geht es Barbara?*). Als Besonderheit sei weiter hin erwähnt, daß im Deutschen als Antwort-Kurzform der Infinitiv des Handlungsverbs stehen kann (*Barbara singt* als Antwort auf (45) mit der Kurzform *singen*). Mit (46) soll verdeutlicht werden, daß Handlungen auch in andere Prädikate eingebettet sein können (Kurzantwort auf (46): *Beim Naschen*).

Im folgenden wollen wir noch einige Vorschläge zur Erweiterung der Sortenmenge machen. Gegenüber der Liste (A) ergeben sich hier jedoch größere Probleme.

| (B) | Frageproformen | Sorten | Bereiche |
|-----|---|--------|--------------------|
| | <i>was geschieht, was ereignet sich, was ist los, ...</i> | event | Geschehnisse |
| | <i>warum, wieso, ...</i> | caus | Gründe, Ursachen |
| | <i>warum, wozu, ...</i> | int | Absichten, Zwecke. |

Zum einen liegen die Schwierigkeiten in den bisher fehlenden semantischen Modellen für derartige Bereiche, zum anderen in den anzugebenden Formalisierungen.

Zur Sorte event:

Eine zulässige Antwort auf die Frage *Was geschieht im Moment?* ist z.B. *Es regnet*. Dies ist eine Aussage über ein Geschehnis; in der Kurzform der Antwort müßte demgemäß das Geschehnis selbst angegeben werden - derartige Kurzformen existieren aber im Deutschen nur in Ausnahmefällen (z.B. herausragende Geschehnisse wie "Krimkrieg", "Mondlandung"). Offensichtlich ist die Beziehung zwischen Geschehnissen und Handlungen in mancher Hinsicht diskutierbar und bedürfte einer semantischen Präzisierung. Es wäre etwa denkbar, daß der Begriff eines Geschehnisses so weit gefaßt wird, daß sich darunter auch die Handlungen subsumieren ließen. Das könnte sich dann auf die Formalisierungen von Fragen nach Handlungen auswirken. Eine Alternative zu (44a) wäre z.B. (44b) $?v^{act} \langle \text{Walter}, v^{act} \rangle \in \text{tun}$.

In den Formalisierungen sollte die Möglichkeit offengehalten werden, zu Handlungen den zugehörigen Ort, Zeitpunkt und andere, mit der Handlung verbundene Objekte anzugeben.

Zur Sorte caus:

Wenn in der Frage *Warum weint Angela?* nach einer Ursache oder einem Grund gefragt ist, so erfolgt die Angabe in der Antwort in Form einer Beschreibung (z.B. *Angela weint, weil sie schwer verletzt ist*). Es existieren keine Standardnamen für Gründe oder Ursachen.

Zur Sorte int:

Wenn in der Frage *Warum weint Walter?* nach einer Absicht oder einem Zweck gefragt ist, so erfolgt in der Antwort wieder eine Beschreibung (z.B. *Walter weint, um sich interessant zu machen*). Es existieren auch keine Standardnamen für Absichten oder Zwecke.

Wir haben die W-Fragen von den *welch*-NG-Fragen abgetrennt, um zum einen die Besonderheit der Frageproformen in W-Fragen herauszustellen, zum anderen aber auch, um den universellen Charakter von *welch* klarzumachen. Einen ähnlich universellen Wirkungsbereich scheint das Wort *wie* zu haben; während *welch* stets auf einer Nominalgruppe operiert, geschieht dies mit *wie* bei anderen Ausdrücken (Verben, Adverbien, relative Adjektive). Dazu einige Beispiele:

- (47) *Wie läuft Walter?*
- (48) *Wie groß ist Walter?*
- (49) *Wielange dauert die Sitzung?*
- (50) *Wieviele Männer kommen?*

Die Antwort auf (47) kann entweder in einer Handlungsbeschreibung oder in der Angabe einer Handlungseigenschaft bestehen, und die Formalisierung von (47) müßte beide Interpretationen berücksichtigen. Die anderen Beispiele zeigen, daß *wie* eine sehr enge Bindung mit anderen Ausdrücken eingehen kann, so daß Frageproformen für weitere spezielle Sorten entstehen können.

Wir sind der Meinung, daß die von uns betrachteten Sorten hinsichtlich anderer natürlicher Sprachen bestimmte Modifikationen erfahren werden; jedoch kann ihnen ein gewisser universeller Charakter nicht abgesprochen werden.

ANMERKUNGEN

- ¹ Ein rudimentärer Ansatz zu einer Formalisierung liegt in Schmidt-Radefeldt (1979) vor, dort wird auch weitere Literatur zur Fragelogik aufgearbeitet, und Begriffe wie 'Frageziel nach Sorten', 'sekundäres Frageziel', 'Standardname', 'Frage-Antwort-Relation' und 'Wissensfrage' werden eingeführt. Diese Arbeit dient als Hintergrund unserer formalen Theorie sowie als linguistische Perspektive im Hinblick auf andere natürliche Sprachen.
- ² Eine ausführliche Rezension zu Belnap/Steel (1976) haben wir im Journal of Pragmatics vol.5, 1981, 95-102 vorgelegt.

LITERATUR

- Åqvist, L. (1965): A new approach to the logical theory of interrogatives (mimeo, Univ. Uppsala). Auch: Tübingen 1975. (=Tübinger Beiträge zur Linguistik 65).
- Belnap, N.D. (1963): An Analysis of Questions: Preliminary Report, System Development Corporation, Santa Monica, Calif. (=Technical Memorandum Series).
- Belnap, N.D. (1969): Erotetic Logic, University of Pittsburgh (mimeo).
- Belnap, N.D. / Th. B. Steel (1976): The Logic of Questions and Answers (with a Bibliography of the Theory of Questions and Answers by U. Egli and H. Schlechert). New Haven / London.
- Borgato, G. / Manzotti, E. / Pusch, L.F. / Schwarze, Ch. (1978): Eine Mehrsprachengrammatik mit semantischer Basis. In Chr. Schwarze, Hrsg. Kasus-Grammatik und Sprachvergleich. Kontrastive Analysen zum Italienischen und Deutschen (G.Narr) Tübingen 1978, 19-92.
- Böttner, M. (1977): Semantische Eigenschaften und Relationen bei Frage und Antwort. Hamburg.
- Egli, U. (1974): Ansätze zur Integration der Semantik in die Grammatik. Kronberg/Ts.
- Glubrecht, J.-M. (1976): Die Ausdruckslogik LA (S,C) - eine logisch-mengen-theoretische Sprache mit nur einer syntaktischen Kategorie. Diss. (PB Mathematik-Naturwissenschaften) Universität Kiel.
- Glubrecht, J.-M. / Oberschelp, A. / Todt, G. (in Vorb.): Klassenlogik, erscheint bei BI, Mannheim.
- Grewendorf, G. (1977): Präsuppositionen bei disjunktiven Fragen, in: Linguistische Berichte 52, S. 13-31.
- Grewendorf, G. (1978): Probleme der logischen Analyse von Fragen, in: Papiere zur Linguistik 19, S. 5-57.
- Harrah, D. (1963): Communication: A Logical Model. Cambridge/Mass.
- Maas, U. (1972): Ein Problem der Fragelogik: Sind zurückgewiesene Präsuppositionen Antworten?, in: Linguistische Berichte 19, S. 69-73.
- Oberschelp, A. (1977): Ein Ansatz zur Berücksichtigung von Sprechhandlungen in der Prädikatenlogik, in: Heger, K. / J.S. Petöfi, (Hrsg.): Kasustheorie - Klassifikationen - Semantische Interpretation, Hamburg S. 285-303.

Rohrer, Chr. (1971): Zur Theorie der Fragesätze, in: Wunderlich, D., (Hrsg.): Probleme und Fortschritte der Transformationsgrammatik. München, S. 109-126.

Schmidt-Radefeldt, J. (1978): Textuelle Kohärenz und dialoggrammatische Relation zwischen Frage und Antwort, in: Proceedings of the XII. International Congress of Linguists (Wien 1977). Innsbruck, S. 573-576

Schmidt-Radefeldt, J. (1979): Aspekte einer Dialog-Theorie von Frage-Antwort-Sequenzen (anhand des Deutschen, Französischen und Portugiesischen). Universität Kiel, (Habilitationsschrift, ersch. demn.)

Todt, G. / Guhl, B. (1975): Zur Explikation des Präsuppositionsbegriffs, in: Linguistische Berichte 35, S. 25-37.

Wunderlich, D. (1976): Fragesätze und Fragen, in: ders. Studien zur Sprechakttheorie. Frankfurt/M., S. 181-250.

Als Nachtrag ist zu ergänzen, daß dieser Vortrag zwischenzeitlich in etwas erweiterter Form in der Zeitschrift LINGUISTISCHE BERICHTE 62 (1979, 1-24) veröffentlicht worden ist und des weiteren folgende explizierende Aufsätze zur Fragelogik LA² erschienen sind:

Schmidt-Radefeldt, J. (1980): Direkte Antworten auf Ja/Nein-Fragen. Ein portugiesisch-deutscher Sprachvergleich, in: Iberoromania 12, 1980, 1-17

Schmidt-Radefeldt, J. (1981): Questions et réponses, ou des stratégies discursives et poétiques dans le dialogue valéryen, in: Bulletin des Etudes Valéryennes 27, 1981, 13-35.

Schmidt-Radefeldt, J. (1981a): Les prépositions dans les proformes interrogatives composées du type all. 'wo+pröp?', fr. 'prép + quoi?', in Chr. Schwarze (Hg.) 1981, L'analyse des prépositions. Actes du III^e Colloque franco-allemand de linguistique théorique, Tübingen (Niemeyer).

Todt, G./Schmidt-Radefeldt, J. (1980): Ergänzende und erweiternde Bemerkungen zur Fragelogik LA², in 2. Jahrestagung der deutschen Gesellschaft für Sprachwissenschaft - Heft 15 (LAB, FU Berlin), S. 33-35.

Todt, G. /Schmidt-Radefeldt, J. (1981): Dynamische Aspekte der Fragelogik LA², in Akten des 16. Linguistischen Kolloquiums in Kiel (erscheint bei Niemeyer, Tübingen).

PRAGMATISCH SINNVOLLE ANTWORTEN,
EIN ENTSCHEIDUNGSTHEORETISCHER EXPLIKATIONSVORSCHLAG.

Günther Grewendorf

1. DEFEKTE ANTWORTEN

Ausgehend von der Formulierung eines grundlegenden syntaktischen Kriteriums für direkte Antworten versucht ÅQVIST (1975) durch die folgenden semantischen Überlegungen zu einem tieferen Verständnis der Frage-Antwort Beziehung zu gelangen. Entsprechend seiner deontisch/epistemischen Fragetheorie, nach der Fragen als Aufforderungen zur Beseitigung eines Wissensdesiderats aufgefaßt werden, müssen Antworten (ob direkt oder nicht) auf eine Frage Q etwas mit der Erfüllung der mit Q ausgedrückten Aufforderung zu tun haben. Nur wenn der Fragende mit der Kenntnis der Wahrheit einer Aussage p die mit seiner Frage ausgedrückte Aufforderung erfüllt bekommt, zählt eine solche Aussage als Antwort. Für diesen Fall liefert also die Kenntnis der Wahrheit von p eine (genau) hinreichende epistemische Bedingung für die in der formalisierten Frage Q enthaltene epistemische Aussage (Core Q). Da die mit einer Frage Q ausgedrückte Aufforderung erfüllt ist, wenn diese in der formalisierten Frage enthaltene epistemische Aussage wahr ist, formuliert ÅQVIST als heuristisches semantisches Kriterium, daß eine direkte Antwort auf eine Frage Q eine genau hinreichende epistemische Bedingung für die Wahrheit von Core Q darstellen sollte. Gemäß ÅQVISTs Definition von "genau hinreichende epistemische Bedingung"¹ sind die Aussagen (2)-(6) direkte Antworten auf die Frage

- (1) *In welchem Land liegt der Chiemsee?*
- (2) *Deutschland ist ein Land, und der Chiemsee liegt in Deutschland.*
- (3) *Österreich ist ein Land, und der Chiemsee liegt in Österreich.*
- (4) *Das Geburtsland von Beckenbauer ist ein Land, und der Chiemsee liegt in dem Geburtsland von Beckenbauer.*
- (5) *Das Land, in dem der Chiemsee liegt, ist ein Land, und der Chiemsee liegt in dem Land, in dem der Chiemsee liegt.*
- (6) *Die Zahl 7 ist ein Land, und der Chiemsee liegt in der Zahl 7.*

Die Merkwürdigkeit dieses Resultats bereitet ÅQVIST jedoch kein größeres Kopfzerbrechen. Er verwirft sogar einen Reparationsvorschlag nach Art BELNAPS², die Menge der Konstanten, die für die Einsetzung der Variablen in der formalisierten Frage zulässig sind, auf Ländernamen zu beschränken. Angesichts von ÅQVISTs Diagnose, daß (2), (4) und (5) wahr, (3) falsch und (6) sinnlos und außerdem (4) und (5) nicht informativ genug sind, wird die mit (1) erhobene Aufforderung, daß es etwas (viz. ein Land) geben sollte, von dem der Fragende weiß, welches es ist (seine "Identität" kennt) und daß der Chiemsee in diesem Land liegt, lediglich von (2) erfüllt. Wenn jedoch die mit einer Frage gemachte Aufforderung lediglich via wahrer und informativer Antworten erfüllt wird, dann, so lautet ÅQVISTs Schluß, gibt es keinen Grund, Nicht-Informativität oder Sinnlosigkeit von Antworten als größere Defekte anzusehen als ihre Falschheit. Wenn die Direktheit von Antworten mit deren Falschheit nicht unverträglich ist, dann also auch nicht mit deren Sinnlosigkeit oder Nicht-Informativität.

Gegen diese Analyse sind m.E. eine ganze Reihe von Einwänden zu erheben. Als erstes behaupte ich ohne weitere Begründung, daß eine Fragetheorie, nach der eine Antwort (6) auf eine Frage (1) als direkte Antwort gilt, oder eine Antwort (3) auf eine Frage (1) nicht als direkte Antwort gilt, nicht adäquat ist. Weiterhin, daß Antworten informativ sein müssen, scheint mir eine Forderung zu sein, die einer Theorie der Frage zu integrieren ist, wobei zusätzlich zu berücksichtigen ist, (a) daß dies nicht die einzige (pragmatische) Forderung an sinnvolle Antworten ist, und (b) daß sich die Informativität von Antworten nicht in dem absoluten Sinne bestimmen läßt, wie ÅQVIST dies bzgl. (4) und (5) tut. (4) kann durchaus ebenso informativ sein wie (2) und (5) ist zweifellos aus einem ganz anderen Grunde nicht-informativ als (4), wenn (4) nicht informativ ist.

ÅQVISTs Forderung, daß direkte Antworten auf eine Frage Q eine genau hinreichende epistemische Bedingung für die Wahrheit von Core Q darzustellen haben, scheint mit sowohl zu eng als auch zu weit zu sein. Ein Grund für ersteres liegt an der generellen Form von ÅQVISTs Ansatz:³ Antworten müssen nicht unbedingt Wissensdesiderate beseitigen. Dem Fragenden reichen häufig schon Gründe für eine Annahme, Vermutungen, Hypothesen etc. Einen weiteren offenbart das folgende Beispiel: Wem lediglich ein Lottogewinn noch die Möglichkeit eines Sommerurlaubs bringt, dem wird auf die Frage

(7) *Wer hat im Lotto gewonnen?*

mit der Antwort

(8) *Du auf jeden Fall nicht.*

hinreichend gedient sein, obwohl diese dem Fragenden das mit (7) -ÄQVIST- zufolge- geforderte Wissen nicht liefert, und obwohl sie einen wesentlich geringeren Informationsgehalt besitzt als beispielsweise eine genaue Charakterisierung des Gewinners. ÄQVIST zufolge wäre (8) sowohl aus syntaktischen wie aus semantischen Gründen keine direkte Antwort. Zu weit ist ÄQVISTs Bedingung, weil sie Antworten der Art (5) und (6) als direkte Antworten zuläßt, obwohl diese -im Gegensatz zu (2)-(4)- die von einer solchen Antwort geforderte epistemische Situation des Fragenden unter keinen Umständen schaffen können.

Die Crux von ÄQVISTs Antwort-Analyse scheint mir darin zu liegen, daß er für den Begriff der direkten Antwort sowohl eine syntaktische als auch eine semantische Bedingung angibt, wobei letztere zudem mit dem pragmatischen Bezug auf Komponenten der Fragesituation formuliert ist. Konfusionen rühren -nicht nur bei ÄQVIST- daher, daß zwischen Fragelogik und Fragepragmatik analytisch nicht ausreichend differenziert wird. Den Begriff der direkten Antwort im Rahmen einer Fragelogik zu klären, ist m.E. eine Aufgabe der Fragesyntax, Aufgabe der entsprechenden Fragesemantik ist es, die Begriffe der wahren Antwort bzw. Frage/Antwort sowie der logischen Präsupposition einer Frage zu definieren, und zu klären, ob aus Fragen Aussagen logisch folgen bzw. ob aus Fragen Fragen logisch folgen. Gegenstand der Fragepragmatik ist es, einen Begriff der pragmatisch sinnvollen Antwort zu definieren, und dieser hat u.a. den Gesichtspunkt der Informativität von Antworten zu berücksichtigen.

Mit diesen analytischen Unterscheidungen ist dann der Tatsache Rechnung zu tragen, daß z.B. die Antwort

(9) *Der Mörder von Hans ist der Mörder von Hans.*

auf die Frage

(10) *Wer ist der Mörder von Hans?*

zwar fragelogisch gesehen zweifellos eine wahre Antwort darstellt, durch eine geeignete Definition des entsprechenden fragepragmatischen Begriffs als sinnvolle Antwort jedoch auszuschließen ist.

Bei KEENAN/HULL (1973) wird dieser Überlegung wie folgt Rechnung zu tragen versucht. Ausgehend von der Feststellung, daß die Frage

(11) *Welche Studenten hat Mary eingeladen?*

mit

(12) *Jeden Studenten, den Mary eingeladen hat.*

zwar wahr aber nicht informativ beantwortet wird, wird eine Revision der Frage/Antwort-Relation, nach der (12) nicht als logische Antwort zählen würde, ausgeschieden. Die Überlegung, daß ein Begriff der logischen Informativität auf L-Sätze generell (und nicht nur auf Antworten) anwendbar sein soll, führt zu der Definition

(D1) Ein L-Satz S ist logisch informativ gdw.

(i) es gibt einen Zustand, in dem S wahr ist

(ii) es gibt einen Zustand, in dem S falsch ist.

Der Begriff einer informativen Antwort wird dann mit Hilfe von (D1) wie folgt definiert:

(D2) Eine Antwort A auf eine Frage Q ist informativ gdw. das Paar $\langle Q, A \rangle$ informativ ist.

Aus der Definition der Frage/Antwort-Relation und (D2) folgt, daß (9) eine wahre, aber nicht-informative Antwort auf (10) ist.

Im Gegensatz zu ÅQVIST ist hier eine analytische Trennung der beiden defektiven Ebenen von Antworten (Falschheit und Nicht-Informativität) vorgenommen. Es bleibt zu fragen, welche Relevanz der von KEENAN/HULL definierte Informativitätsbegriff für die Beurteilung von Antworten besitzt. Zwar werden mit Hilfe von (D2) Tautologien, analytische Sätze sowie von Fragen präsupponierte Sätze als nicht-informative Antworten erfaßt. Der semantische Aspekt der Informativität von L-Sätzen ist jedoch in bezug auf Antworten ziemlich irrelevant. Der Gesichtspunkt, unter dem die Frage nach der Informativität von Antworten erst interessant ist, ist ein pragmatischer, der auf die Wissenssituation bzw. das Interesse des Fragenden Bezug nimmt. Die Frage, ob Antworten einen nicht-trivialen semantischen Inhalt besitzen, ist unter diesem Gesichtspunkt aber nur ein Spezialfall eines allgemeineren pragmatischen Phänomens, das mit logisch semantischen Mitteln gar nicht erfaßbar ist.

Dies zeigt sich bereits bei Identitäten, die nicht logischer, sondern faktischer Art sind. Die Antwort

(13) *Der Mörder von Hans ist $\lambda x(p \rightarrow x \text{ ist der Mörder von Hans})$*

auf die Frage (10) etwa würde nach (D2) als informative Antwort gelten^h, was jeglicher bzgl. der Informativität von Antworten relevanter Intuition widerspricht. Weitere Beispiele:

A möchte am 1.11.78 eine Fahrkarte nach Berlin lösen und wird von dem Schalterbeamten gefragt:

(14) *An welchem Tag möchten Sie fahren?*

Betrachten wir dazu die Antworten

(15) *Am 15. 10. 78.*

(16) *Am 6. 12. 2001.*

Oder: A fragt bei mittäglichem Sonnenschein einen Passanten

(17) *Wie spät ist es?*

Antwort:

(18) *Es ist jetzt 2^h nachts.*

Oder: A wird am Kurfürstendamm von einem Passanten gefragt

(19) *Wo ist die Gedächtniskirche?*

Antwort:

(20) *In Berlin.*

Die Tatsache, daß (15), (16), (18) und (20) im Sinne von (D2) informativ sind, ist für ihre Beurteilung als Antworten völlig unerheblich. Entscheidend ist, daß sie in keinem für den Fragenden relevanten Sinn informativ sind. (18) ist für den Fragenden zu offensichtlich falsch, (15) beinhaltet ein absurdes Unterfangen, (20) dürfte ihm in der vorliegenden Situation bereits bekannt sein, und die in (16) enthaltene Angabe ist in dem gegebenen Handlungszusammenhang für den mit der Frage verbundenen Zweck nutzlos. Der allgemeinste Defekt der Antworten (9), (12), (13), (15), (16), (18),

(20) ist, daß sie zur Erfüllung der mit den entsprechenden Fragen verbundenen Interessen unbrauchbar sind. Daraus ergibt sich:

- (i) Ein mit Hilfe von (D1) definierter Begriff der Informativität von Antworten ist fragetheoretisch uninteressant. Ein Begriff einer informativen Antwort ist fragepragmatisch unter Bezugnahme auf die Wissens- bzw. Überzeugungssituation des Fragenden zu definieren.
- (ii) Wie insb. Beispiel (16) zeigt, können mögliche Antworten, die selbst in dem Sinne informativ sind, als sie dem Fragenden etwas Neues, ihm bisher Unbekanntes mitteilen, in dem Sinne defekt sein, als die gelieferte Information für den Fragenden - entsprechend dem in dem betreffenden Handlungszusammenhang mit der Frage verbundenen Zweck - nicht von Nutzen sind.

2. PRAGMATISCH SINNVOLLE ANTWORTEN - AUF DEM WEGE ZU EINER EXPLIKATION

Das Beispiel (16) lieferte eine Antwort, die als syntaktisch und semantisch korrekt und in gewisser Weise auch als für den Fragenden informativ gelten kann, die man aber dennoch nicht als sinnvolle Antwort ansehen konnte. Ähnlich verhält es sich, wenn man auf die Frage

- (21) *Wo bringt Wittgenstein sein Privatsprachenargument?*

mit der Angabe irgendeiner Stelle im dreidimensionalen Raum antwortet. Weder die alleinige Tatsache, daß eine Antwort die sog. "strukturelle Antwort-determination"⁵ erfüllt, noch diese Tatsache zusammen mit der Informativität einer Antwort sind also hinreichend dafür, daß man Antworten in dem Sinne als sinnvoll ansehen kann, daß der Fragesteller mit dieser Antwort "etwas anfangen" kann. Betrachten wir als weiteres Beispiel die an meinen Freund Wolfgang gerichtete Frage

- (22) *Wo warst du am Wochenende?*

und die dazu möglichen Antworten

- (23) *In Warngau.*

- (24) *Bei Peter.*

Obwohl man sowohl (23) als auch (24) als linguistisch (strukturell) mögliche Antworten auf (20) auffassen wird, läßt sich hier ein wichtiger Unterschied - den "subjektiven Faktor" von Antworten betreffend - registrieren. Obwohl ich nämlich weiß, wo Warngau liegt, weiß ich nicht, was Wolfgang dort zu suchen hatte. Demgegenüber weiß ich zwar nicht, wo Peter zu Hause ist, jedoch weiß ich, daß es sich um einen Kollegen von Wolfgang handelt, mit dem er in letzter Zeit häufiger zusammenarbeitet. Da es für mich zum Zeitpunkt der Frage sicherlich eher Gründe zu der Annahme gab, daß Wolfgang bei Peter war als daß er in Warngau war, würde mir die Antwort (23) mehr Neues sagen als (24), wäre also für mich informativer als (24). Dennoch konnte ich mit (24) offensichtlich "mehr anfangen" als mit (23). Mit (24) hatte sich meine Frage erledigt, (23) hatte eine Nachfrage zur Folge. Wiederum scheint also die Informativität einer Antwort nicht ausreichend dafür, den Fragenden zufriedenzustellen. Trotz der größeren Informativität von (23) war der subjektive Wert von (24) für mich bzgl. meiner Frage größer.

Man könnte gegen die bzgl. der Beispiele (15), (16), (18), (20), (23) und (24) vorgenommenen linguistischen Charakterisierungen den Einwand erheben, bei den entsprechenden Fragen (14), (17), (19) und (22) handle es sich um sprachlich unexakte Frageformulierungen, die eine Ambiguität zur Folge haben, die durch den kontextuellen und situativen Zusammenhang aufgelöst würde. Dieser Einwand, nach dem der mit Fragewörtern umrissene Fragebereich meist ungenau und mehrdeutig ist, zieht für die Analyse von Fragen die Forderung nach sich, durch Substitution von exakteren Formulierungen sog. Explizitfassungen von Fragen herzustellen und diese zum Gegenstand der Analyse zu machen.

Daß es Fälle gibt, in denen exakt formulierbare Fragen durch vagere, in den entsprechenden Situationen aber eindeutig verstehbare Formulierungen ersetzt werden, steht außer Zweifel. Ob sich jedoch alle dem obigen Beispieltyp entsprechenden Fälle gemäß dem angeführten Postulat analysieren lassen, erscheint mir fraglich. Während dies bei Beispielen wie (22) durchaus möglich ist, stößt man in bezug auf (17) bereits auf Schwierigkeiten, und eine "Präzisierung" von (14) durch

(14') *An welchem Tage nicht in der Vergangenheit und nicht nach dem wahrscheinlichen Datum Ihres Todes möchten Sie fahren?*

wirkt absurd.

Naheliegender als die Annahme genereller Vagheit oder Ambiguität scheint mir eine Erklärung von CONRAD⁶, wonach bei Ergänzungsfragen außer dem Bereich der (strukturell) möglichen Antworten absteckenden strukturellen Antwortdetermination noch ein weiterer Faktor in den Frage/Antwort-Beziehungen eine Rolle spielt: nämlich eine bestimmte Art der Antwortererwartung⁷, d.h. eine kontextuell-situativ bedingte psychologische Einstellung des Fragestellers auf eine bestimmte Teilmenge der strukturell möglichen Antworten. Es handelt sich hier m.E. um ein Phänomen, das der sog. Asymmetrie bei Ja/Nein-Fragen wie etwa

(25) *Ist heute nicht Freitag?*

(26) *Warst du etwa in München?*

vergleichbar ist⁸. Während allerdings bei Ja/Nein-Fragen der Sprecher aufgrund der ihm bekannten Antwortmöglichkeiten die Asymmetrie in den erwarteten Antworten durch sprachliche Indikatoren selber erzeugt, wird die dieser Asymmetrie vergleichbare pragmatische Beschränkung strukturell möglicher Antworten bei Ergänzungsfragen ausschließlich durch den Kontext hervorgerufen. Die Grenze zwischen erwarteten und nicht-erwarteten Antworten, die den Ausschluß möglicher Antworten markiert, ist dabei natürlich nicht auf logisch-semantischer Ebene fixierbar, sondern situativ-pragmatisch veränderlich.

Das Phänomen einer spezifischen Antwortererwartung bei Ergänzungsfragen zeigt, daß bei erfüllter struktureller Antwortdetermination die Informativität von Antworten deren "Sinnvoll-sein" nicht allein bestimmt. Dies wird durch die folgenden Beispiele unterstrichen, die zeigen, daß die Frage, in welchem Maße eine Antwort in dem genannten intuitiven Sinne sinnvoll ist oder nicht, auch nicht allein vom Grad ihrer Informativität abhängt.

Ich komme dazu zurück auf Besonderheiten des Beispiels (7)/(8). Obwohl die Antwort (8) denkbar geringe Informativität besitzt, wird sich der Fragende in dem geschilderten Kontext mit dieser Antwort zufriedengeben. Die Antwort

(8') *Die Frau Schleuning aus München.*

hätte zwar wesentlich mehr Information geliefert, der Fragende wüßte jedoch mit ihr nicht mehr anzufangen als im Fall (8). Selbst eine Antwort, die eine

sehr detaillierte Charakterisierung des Gewinners liefert, würde man – in dem geschilderten Kontext – trotz der hohen Informationserweiterung intuitiv nicht als sinnvoller bezeichnen als (8). Ähnlich verhält es sich in folgendem Fall:

Ersatzspieler X, auf seinen Einsatz bei FC Bayern München hoffend, fragt den Trainer

(27) *Wer spielt am Samstag?*

Auch hier ist die Antwort

(28) *Du nicht.*

trotz geringerem Informationsgrad ebenso ausreichend wie die Angabe der Mannschaftsaufstellung. Weitere Beispiele dazu sind:

(29) *Wie groß ist er denn? (Frage eines Kindes)*

(30) *Ungefähr so groß wie ich.*

(30') *1,72 m.*

(31) *Wie tief ist der Teich?*

(32) *So tief, daß man nicht mehr darin stehen kann.*

(32') *5,92 m.*

(33) *Wann hast du schwimmen gelernt?*

(34) *Während des Studiums.*

(34') *Als ich zwei Jahre alt war.*

(34'') *1948.*

Je "nach Lage der Dinge" reicht dem Fragenden eine genauere oder eine weniger genaue Information. Es ist also wenig sinnvoll, Informativität als autonomes pragmatisches Postulat für sinnvolle Antworten zu formulieren.

Wenn man davon ausgeht, daß Antworten intuitiv sicherlich dann als in einem pragmatischen Sinne sinnvoll zu bezeichnen sind, wenn der Fragende erfährt, was er wissen will, so hängt die Frage, ob das, was er erfährt, diesen Wunsch erfüllt, u.a. davon ab, was er schon weiß, sowie davon, wozu er das, was er wissen will, wissen will. Informationserweiterung ist nur insofern wichtig, als sie vorhandene Wissensdesiderate in der Weise abdeckt als dies für die der Fragesituation entnehmbaren Belange des Fragenden re-

levant bzw. von Nutzen ist. Wie die angeführten Beispiele zeigen, kann eine Antwort sehr informativ aber für den Fragenden von geringem Wert sein, und sie kann wenig informativ sein, aber von großem Wert. Eine Antwort ist um so sinnvoller, je mehr die mit der Antwort gelieferte Informationserweiterung dem Fragenden für die Belange seiner Frage von Nutzen ist.

Diese doppelte Abhängigkeit sinnvoller Antworten von der Informativität sowie von dem mit dieser Informativität verbundenen subjektiven Wert für den Fragenden scheint mir auch dem Phänomen der geschilderten Antworterwartung bei Ergänzungsfragen zugrundezuliegen. Sie hat in bisherigen Antwort-Analysen allerdings noch keine Beachtung gefunden. Was ich im folgenden zu explizieren versuche, ist ein Begriff der pragmatisch sinnvollen Antwort, der dieser doppelten Abhängigkeit Rechnung trägt. Zunächst zur Informativität⁹.

3. DIE INFORMATIVITÄT VON ANTWORTEN

Wie die angeführten Beispiele gezeigt haben, ist es fragetheoretisch uninteressant, Antworten mit Hilfe eines "objektiven" Begriffs der Informativität zu analysieren. Entscheidend ist die Tatsache, ob eine Antwort für den Fragenden informativ ist, und dies wiederum hängt davon ab, was der Fragende wissen will, und davon, was er bereits weiß. Ein sinnvoller Informativitätsbegriff für Antworten hat also auf die subjektive Wissenssituation des Fragenden Bezug zu nehmen. Wir können sagen: Eine Antwort ist informativ, wenn sie – bezogen auf das mit der Frage ausgedrückte Interesse des Fragenden – dem Fragenden etwas Neues sagt, wenn sie also, grob gesprochen, den Bestand der zum Zeitpunkt der Frage bei dem Fragenden vorherrschenden Überzeugungen – in einer die Frage betreffenden Weise – verändert. Es gilt also, einen Begriff der Informativität von Antworten zu explizieren, der auf die durch Antworten bedingte Veränderung in den subjektiven Überzeugungen des Fragenden Bezug nimmt. Ein Informativitätsbegriff, der dieser Forderung genügt, hat also sowohl auf die Wissenssituation des Fragenden zum Zeitpunkt der Frage als auch auf die Wissenssituation des Fragenden zum Zeitpunkt der Antwort Bezug zu nehmen. Die Frage ist, wie die Bezugnahme auf diese Wissenssituationen aussehen soll.

Die Wissenssituation einer Person X zum Zeitpunkt t läßt sich auffassen als die Menge der Überzeugungen, die X zu t hat. Da diese Überzeugungen natürlich nicht bzgl. aller Sachverhalte gleich stark sind, ist dies dahingehend zu spezifizieren, daß diese Wissenssituation durch den Überzeugungsgrad zu charakterisieren ist, den X zu t bzgl. der Sätze der von ihm gesprochenen Sprache hat bzw. durch den Grad, in dem er jeweils glaubt, daß die von den Sätzen seiner Sprache ausgedrückten Sachverhalte bestehen.

Da der Grad der partiellen Überzeugung, die X bzgl. der Sätze seiner Sprache S hat, mit der subjektiven Wahrscheinlichkeit identifiziert werden kann, die das Bestehen der von diesen Sätzen ausgedrückten Sachverhalte für ihn besitzt, können wir die Wissenssituation einer Person X zum Zeitpunkt t durch ein Wahrscheinlichkeitsmaß $P_{X,t}$ repräsentieren¹⁰. Da die wahrscheinlichkeitstheoretische Realisierbarkeit des subjektivistischen Programms, den scheinbar unklaren Begriff des Überzeugungsgrades zu metrisieren, nachgewiesen ist¹¹, kann $P_{X,t}$ als Funktion gedeutet werden, die den in S ausdrückbaren Sachverhalten den Grad zuordnet, mit dem X von der Existenz dieser Sachverhalte überzeugt ist. Die Tatsache, daß der Wertverlauf von $P_{X,t}$ schwerlich anzugeben ist, spricht dabei ebensowenig gegen den Vorschlag, die Wissenssituation von X durch $P_{X,t}$ zu repräsentieren, wie die Tatsache, daß sich der Wertverlauf einer Intensionsfunktion schwerlich angeben läßt, gegen den Vorschlag spricht, die Intension eines Ausdrucks durch eine Intensionsfunktion zu repräsentieren.

Als Wahrscheinlichkeitsmaß unterliegt $P_{X,t}$ den strukturellen Bestimmungen, die durch die wahrscheinlichkeitstheoretischen Axiome festgelegt sind. Die Forderung, daß $P_{X,t}$ auf einer Mengenalgebra definiert ist¹², ist durch die Annahme erfüllt, daß die Menge der in S ausdrückbaren Propositionen den Argumentbereich von $P_{X,t}$ darstellt¹³.

Sei also \mathcal{M} die Menge der Propositionen, die sich in der vom Fragenden X gesprochenen Sprache S ausdrücken lassen. Die auf \mathcal{M} definierte Funktion $P_{X,t}$ repräsentiere die Wissenssituation von X zum Zeitpunkt t der Fragestellung, ordne also jedem $A \in \mathcal{M}$ den bei X vorhandenen Überzeugungsgrad (also den Grad, mit dem X glaubt, daß A wahr ist) zu¹⁴. Der nach einer Antwort B zum Zeitpunkt t' bestehende Überzeugungsstand des Fragenden sei wiedergegeben durch die (ebenfalls auf \mathcal{M} definierte) Wahrscheinlichkeitsverteilung $P_{X,t'}$. Falls das Prinzip der Gutgläubigkeit

(G) Der Fragende glaubt dem Antwortenden.

gilt, was wir voraussetzen, wird gelten: $P_{X,t}(B)=1^{15}$. Da $B \in \mathcal{M}$ läßt sich definieren:

(D3) Eine Antwort B ist informativ, wenn $P_{X,t}(B) \neq 1$.

Da Tautologien sowie alle X bereits bekannten Propositionen unter $P_{X,t}$ den Wert 1 besitzen, ist damit der Tatsache Rechnung getragen, daß die entsprechenden Sätze nicht als informative Antworten in Frage kommen.

Wie verhält es sich nun bei Beispielen wie der Antwort B

(18) *Es ist jetzt 2^h nachts.*

auf die bei mittäglichem Sonnenschein gestellte Frage

(17) *Wie spät ist es?*

Nach (D3) ist B als informative Antwort zu bezeichnen, da $P_{X,t}(B)$ sicherlich ungleich 1 ist. Dies ist jedoch aufgrund der für den Fragenden offensichtlichen Falschheit von B höchst unplausibel. Das Problem liegt bei der Voraussetzung (G) der Gutgläubigkeit von X. Im Falle von (18) wird der Fragende mit seiner Gutgläubigkeit nämlich überfordert sein; er wird statt dem Antwortenden zu glauben, dessen Kompetenz bezweifeln bzw. annehmen, dieser erlaube sich einen Scherz etc. Da aus methodischen Überlegungen an der Idealisierung (G) festgehalten werden soll, zwingen Beispiele wie (18) zu folgender Revision von (D3):

(D4) Eine Antwort B ist informativ, wenn $0 < P_{X,t}(B) < 1$.

Mit diesem Informativitätsbegriff sind also folgende Arten von Antworten als nicht-informative charakterisiert:

- (a) Antworten, die dem Fragenden etwas sagen, das er schon weiß.
(Beispiel (20))
- (b) Antworten, die semantisch nicht aufschlußreich sind, wie Tautologien und analytisch wahre Sätze (ein Spezialfall von (a)).
(Beispiel (9), (12))
- (c) Antworten, deren a priori Wahrscheinlichkeit $P_{X,t}$ gleich Null ist, die also in einer für den Fragenden offensichtlichen Weise falsch sind. (Beispiel (18))

Der definierte qualitative Begriff der informativen Antwort läßt sich zu folgendem komparativen Begriff verschärfen:

- (D5) Eine Antwort B ist informativer als eine Antwort A, wenn A und B informativ sind, und wenn $P_{X,t}(B) < P_{X,t}(A)$.

Eine Antwort B ist also um so informativer je kleiner $P_{X,t}(B)$. Der Informativitätsgrad einer Antwort B läßt sich dann bestimmen als die Differenz zwischen $P_{X,t}(B)$ und $P_{X,t}(B)$.

4. DER SUBJEKTIVE WERT VON ANTWORTEN

Geht man davon aus, daß mit Fragen Alternativen angeboten werden, zwischen denen sich der Befragte zu entscheiden hat, so stellen sich zwei wichtige Probleme:

Problem (1): Wonach bestimmt sich die "Breite" dieses Angebots? Wie die in den Abschnitten 1. und 2. angeführten Beispiele zeigen, ist es offensichtlich kleiner als die Menge der strukturell möglichen Antworten. Die relevante Frage lautet also: Nach welchen pragmatischen Gesichtspunkten wird aus dieser Menge eine Teilmenge ausgesondert, deren Elemente die mit der Frage angebotenen Alternativen repräsentieren?

Problem (2): Welches sind die Gesichtspunkte, nach denen der Befragte seine Entscheidung treffen soll?

Zunächst zu Problem (1). Betrachten wir dazu das Beispiel

- (35) *Wo ist Lutter & Wegner?*

Situation (S1): Ich führe in München ein Gespräch mit Freunden über Lokale. A kommt hinzu, erkennt, daß es sich bei Lutter & Wegner um ein Lokal handelt und stellt die Frage (35). Er erhält die Antwort

- (36) *In Berlin.*

Situation (S2): Ich steige in Berlin als Nicht-Ortskundiger in ein Taxi mit dem Ansinnen "Lutter & Wegner". Daraufhin stellt der Taxifahrer Frage (35). Er erhält die Antwort

(37) *Schlüterstr. 55*

Situation (S3): Ein Passant stellt am Wittenbergplatz in Berlin die Frage (35). Er erhält die Antwort

(38) *Nehmen Sie die U-Bahn bis zum Bhf. Uhlandstraße und fragen Sie dann nochmal.*

Situation (S4): Ein Passant stellt Kantstraße/Ecke Leibnizstraße in Berlin die Frage (35). Er erhält die Antwort

(39) *Gehen Sie die erste Querstraße links, dann bei der zweiten Ampel rechts und dann sehen Sie's schon.*

Situation (S5): Ein Passant stellt die Frage (35) an einem Ort, von dem aus man Lutter & Wegner sehen kann. Die Antwort, verbunden mit einer Geste, lautet

(40) *Dort.*

In keiner der Situationen (S1) - (S5) gehört die in der jeweiligen Situation gegebene Antwort zum Alternativen-Angebot in einer der anderen Situationen. Soll man sagen, daß die Frage (35) in den Situationen (S1) - (S5) jeweils verschiedene Bedeutung hat? In (S1) beispielsweise:

(35') *In welcher Stadt ist Lutter & Wegner?*

In (S2):

(35'') *In welcher Straße ist Lutter & Wegner?*

In (S3):

(35''') *Wie komme ich zu Lutter & Wegner?*

Diese Vagheitsthese scheint mir deshalb unzutreffend, da die Frage (35) zumindest in den Situationen (S3) - (S5) dieselbe Bedeutung hätte, eine geringfügige Situationsänderung wie etwa von (S4) zu (S5) für das Angebot von Antwort-Alternativen aber dennoch derart entscheidende Auswirkungen

haben kann, daß (40) zwar in (S5) aber nicht in (S4) sinnvoll ist. D.h. in den Situationen (S2) – (S5) möchte der Fragesteller zu Lutter & Wegner, und zu diesem Behufe stellt er die Frage (35), und obwohl in diesen Situationen jeweils dieselbe Frage gestellt wird, sind die Bereiche sinnvoller Antworten gerade deshalb verschieden, weil in den jeweiligen Situationen nur jeweils bestimmte Antworten dem Fragesteller dafür hilfreich sind. Das aber heißt, daß Antworten einen von der Fragesituation abhängigen Wert oder Nutzen für den Fragenden haben müssen, und die "Breite" des mit der Frage gemachten Alternativen-Angebots hängt gerade davon ab, was dem Fragenden in der entsprechenden Situation für das der Frage zugrundeliegende Anliegen nützt.

Die an den vorgebrachten Beispielen illustrierte Tatsache, daß mit Fragen ein (Handlungs-)Desiderat verbunden ist, das sich nicht in dem Fehlen von Informationen erschöpft, motiviert die Annahme, daß mit jeder Frage F ein – der Fragesituation entnehmbarer – Fragezweck Z_F verbunden ist, der sich nicht im Erhalten von Informationen erschöpft, der vielmehr bestimmt, welche Art von Information für den Fragenden relevant ist. Da der Fragezweck bestimmend für die Beschränkung der strukturell möglichen Antworten ist, lassen sich diese unter dem Gesichtspunkt der Erfüllung dieses Zwecks betrachten. D.h. mögliche Antworten können nach ihrem Wert für den Fragenden X angesichts eines bestimmten Fragezwecks Z_F miteinander verglichen werden. Entsprechend diesem Wert ließe sich dann auf der Menge der strukturell möglichen Antworten eine einfache Präferenzordnung fixieren. Aus Einfachheitsgründen soll die Tatsache, daß Antworten nach ihrem Nutzen für einen bestimmten Fragezweck zu beurteilen sind, im folgenden jedoch durch eine Funktion W_{X,t,Z_F} repräsentiert werden, die jeder strukturell möglichen Antwort den subjektiven Wert¹⁶ zuordnet, den diese zum Zeitpunkt t für den Fragenden X angesichts eines mit einer Frage F verbundenen Fragezwecks Z_F besitzt. W_{X,t,Z_F} soll eine Funktion sein, die der entscheidungstheoretischen Nutzenfunktion entspricht. Die Tatsache, daß – abgesehen von den für die entscheidungstheoretische Nutzenfunktion geltenden Forderungen¹⁷ – die den Wertverlauf dieser Funktion bestimmenden Daten höchstens in einer komparativen Form verfügbar sind, spricht dabei ebensowenig gegen die Funktions-Darstellung wie die Unkenntnis des Wertverlaufs bei Wahrscheinlichkeits- oder Intensionsfunktionen gegen die diesbezügliche Funktions-Darstellung spricht. Es sei also davon ausgegangen, daß es sich bei W_{X,t,Z_F} um eine

idealisierende Rekonstruktion der Tatsache handelt, daß Fragen einen Fragezweck besitzen und Antworten nach ihrem subjektiven Wert für den Fragenden bzgl. der Erfüllung dieses Zwecks zu beurteilen sind.

Vor dem Hintergrund dieser Überlegungen könnte man definieren:

- (D6) Eine Antwort B auf eine von X zum Zeitpunkt t gestellte Frage F mit dem Zweck Z_F ist pragmatisch sinnvoll, wenn sie einen positiven subjektiven Wert W_{X,t,Z_F} besitzt.¹⁸

Da die subjektive Wert-Funktion – in den meisten entscheidungstheoretischen Modellen¹⁹ – auf Propositionen definiert ist, im Fall von (D6) also die von Antworten ausgedrückten Propositionen als Argumente hätte, würde (D6) – was den pragmatischen Sinn von Antworten betrifft – angesichts von Beispielen wie

- (41) *Habe ich Krebs?* – Ja.
(42) *Wer wird morgen hingerichtet?* – Du.
(43) *Wie werde ich hier bezahlt?* – Schlecht.
(44) *Wer ist der Liebhaber von Marion?* – Dein Mann.

sehr merkwürdige Resultate liefern. Man könnte dies vermeiden, wenn man (D6) revidiert zu

- (D7) Eine Antwort B auf eine von X zum Zeitpunkt t gestellte Frage F mit dem Zweck Z_F ist pragmatisch sinnvoll, wenn sie wenigstens eine (der mit der Frage zur Auswahl gestellten) Alternativen einschließt oder ausschließt (d.h. wenn man diese Alternativen oder ihre Negation folgern kann), die einen positiven subjektiven Wert W_{X,t,Z_F} besitzt.

Aus der Antwort *Du* auf die Frage (42) folgt z.B. die Negation der nutzenbringenden Alternative *Du wirst nicht hingerichtet*.

(D7) erfaßt die Tatsache, daß pragmatisch sinnvolle Antworten einen positive subjektiven Wert für den Fragenden haben müssen. Da letzteres sicherlich nur dann der Fall sein wird, wenn Antworten auch informativ sind, hat der Begriff einer pragmatisch sinnvollen Antwort sowohl auf deren subjektiven Wert als auch auf deren Informativität Bezug zu nehmen. Gerade diese doppelte Abhängigkeit, daß Ineinandergreifen von Informativität und subjektivem Wert hatten die angeführten Beispiele (vgl. Abschn. 3) ja illustrieren sollen. Wir müssen also definieren:

- (D8) Eine Antwort B auf eine von X zum Zeitpunkt t gestellte Frage F mit dem Zweck Z_F ist pragmatisch sinnvoll, wenn sie einen positiven subjektiven Wert W_{X,t,Z_F} besitzt und außerdem informativ ist.

In unserer idealisierenden metrischen Sprachweise läßt sich dann die Abhängigkeit des pragmatischen Sinns einer Antwort von ihrem subjektiven Wert und ihrer Informativität durch das Produkt aus diesen beiden Komponenten ausdrücken. Der pragmatische Sinn einer zu t' gegebenen Antwort B auf eine von X zu t (mit entsprechender Zeitbedingung bzgl. t und t') gestellte Frage F mit dem Zweck Z ($PS_{X,t',Z_F}(B)$) ließe sich dann wie folgt bestimmen:

$$(T1) \quad PS_{X,t',Z_F}(B) = W_{X,t,Z_F}(B) \cdot [1 - P_{X,t}(B)]$$

Antworten B, die aus dem Grunde nicht-informativ sind, weil $P_{X,t}(B) = 1$, sind gemäß (T1) nicht pragmatisch sinnvoll. Bei Antworten C, die aufgrund von $P_{X,t}(C) = 0$ nicht-informativ sind (vgl. Beispiel (18)), muß für W_{X,t,Z_F} die plausible Bestimmung vorgenommen werden, daß $W_{X,t,Z_F}(C) = 0$. Mit (T1) hat man sich allerdings wieder die durch die Beispiele (41)–(44) illustrierte Unplausibilität eingehandelt. Um sie zu vermeiden, ist eine Differenzierung nötig.

Es wurde davon gesprochen, daß Propositionen die Argumente der subjektiven Wert-Funktion darstellen, und das wären in unserem Fall die von Antworten ausgedrückten Propositionen. Die genannte Unplausibilität rührt daher, daß der pragmatische Sinn einer Antwort von der Tatsache abhängig gemacht würde, welchen subjektiven Wert der mit der Antwort behauptete Sachverhalt für den Fragenden hat. Der subjektive Wert einer Antwort hat jedoch weniger in dem Sachverhalt zu liegen, der dem Fragenden mitgeteilt wird als vielmehr in der Tatsache, daß dieser Sachverhalt ihm mitgeteilt wird. Die mit den Antworten *Ja* bzw. *Nein* auf die Frage *Habe ich Krebs?* ausgedrückten Sachverhalte sind zweifellos für den Fragenden bei möglicherweise gleicher Informativität von sehr unterschiedlichem subjektiven Wert, was für die Frage nach dem pragmatischen Sinn der Antwort jedoch irrelevant sein müßte. Es ist also zu unterscheiden zwischen dem subjektiven Wert des mitgeteilten Sachverhalts und dem subjektiven Wert der Mitteilung dieses Sachverhalts und letzterer ist für die Bestimmung des pragmatischen Sinns einer Antwort relevant.

Es ist also ein Unterschied zu berücksichtigen, über den in den bisherigen Ausführungen hinweggegangen worden ist: zwischen den Propositionen, daß geantwortet wird, daß p und daß p. Antworthandlungen betreffende Propositionen der ersten Art seien im folgenden wiedergegeben durch Großbuchstaben "A", "B" ...; die in einer Antwort B ausgedrückte Proposition sei wiedergegeben durch "b", (T1) ist demgemäß zu ersetzen durch

$$(T2) \quad PS_{X,t',Z_F}(B) = W_{X,t,Z_F}(B) \cdot [1 - P_{X,t}(b)]$$

5. EIN PRAGMATISCHES POSTULAT FÜR ANTWORTEN

Das zweite zu Beginn von Abschnitt 4. formulierte Problem bestand in der Frage nach den Gesichtspunkten, nach denen der Befragte seine Entscheidung bzgl. der mit einer Frage angebotenen Alternativen treffen soll. Nach dem bisher Gesagten lassen sich zwei diesbezügliche Annahmen machen:

- (a) Der Befragte soll - falls keine gewichtigen Gründe dagegen sprechen²⁰ - eine wahre Antwort geben.
- (b) Der Befragte soll eine pragmatisch sinnvolle Antwort geben.

Im folgenden soll dargestellt werden, wie sich die Forderung (b) mit dem bisher verwendeten entscheidungstheoretischen Instrumentarium, also der Wahrscheinlichkeitsfunktion $P_{X,t}$ sowie der Nutzenfunktion W_{X,t,Z_F} ausdrücken bzw. verschärfen läßt. Voraussetzung für diese Darstellung ist die Annahme der prinzipiellen Kooperationsbereitschaft des Befragten.

Wer mit einer Frage konfrontiert ist, dessen Wahl zwischen den mit dieser Frage angebotenen Alternativen wird u.a. davon abhängen, welche Annahmen er über die Wissenssituation des Fragenden macht. Daß der Befragte auf die in Situation (S1) gestellte Frage (35) die Antwort (36) gibt, hängt u.a. von seinen Annahmen über die Berlin-Kenntnisse des Fragestellers ab. Von den Annahmen über die Wissenssituation des Fragenden wiederum hängt es ab, was der Befragte in welcher Situation als Zweck einer Frage ansehen wird. Ob er den Zweck einer in Paris an ihn gestellten Frage

(45) *Wo ist der Eiffelturm?*

darin sieht, daß der Fragesteller zum Eiffelturm finden möchte, wird u.a. davon abhängen, ob er glaubt, daß der Fragesteller weiß, daß er sich in

Paris befindet, daß der Eiffelturm in Paris steht etc. Neben seinen Annahmen über die Wissenssituation des Fragenden sowie seinen durch diese Annahmen bedingten Annahmen über den Zweck einer Frage wird die Antwort des Befragten des weiteren davon abhängen, welchen Wert für den Fragesteller er angesichts dieser Annahmen einer möglichen Antwort beimißt. Unter der Voraussetzung seiner prinzipiellen Kooperationsbereitschaft wird er sich für eine Antwort entscheiden, deren Wert für den Fragenden in der entsprechenden Situation seiner Einschätzung nach positiv ist.

Um auf der Grundlage von (b) ein Entscheidungskriterium für die Auswahl aus den mit der Frage angebotenen Alternativen formulieren zu können, gehe ich zunächst davon aus, daß sich der Befragte in der Situation einer Entscheidung unter Sicherheit befindet, d.h. ich gehe davon aus, daß der Befragte zu wissen glaubt, wie die Wissenssituation des Fragenden zum Zeitpunkt der Frage aussieht, daß er den Zweck der Frage zu kennen glaubt, daß er sichere Vorstellungen darüber hat, welchen subjektiven Wert die ins Auge gefaßten Antwortmöglichkeiten für den Fragenden in dieser Situation besitzen, und – entsprechend (G) – daß er die Gutgläubigkeit des Fragenden unterstellt.

Gemäß (a) soll der Befragte Y nur solche Antworten geben, die er auch für wahr hält. Die Menge dieser von ihm für wahr gehaltenen Antworten sei $M = \{A_1, \dots, A_n\}$. $M' = \{a_1, \dots, a_n\}$ sei die Menge der von diesen Antworten ausgedrückten Propositionen. Y's Annahmen über die – in der Fragesituation relevante – Wissenssituation des Fragenden läßt sich dann – entsprechend den Ausführungen in Abschnitt 3. – darstellen als eine Funktion $P_{X,t}^Y$ auf M' , die angibt, in welchem Maße der Fragende – Y's Auffassung nach – zum Zeitpunkt der Fragestellung vom Vorliegen der entsprechenden Sachverhalte überzeugt ist. Damit diese Funktion das leistet, muß gewährleistet sein, daß es sich dabei tatsächlich um ein Wahrscheinlichkeitsmaß handelt. Es sei also gefordert, daß sich die Funktion $P_{X,t}^Y$ zu einem Wahrscheinlichkeitsmaß erweitern läßt, d.h. daß sie sich auf mindestens die von M' erzeugte Mengenalgebra erweitern läßt.²¹

w_{X,t,Z_F}^Y sei eine auf M definierte Funktion, die repräsentiert, welchen Wert Y's Auffassung nach die Antworten A_1, \dots, A_n für X – angesichts des von Y unterstellten Fragezwecks Z_F – besitzen.

In der gegebenen Situation einer Entscheidung unter Sicherheit kann Y also die einzelnen von ihm für wahr gehaltenen Antworten nach ihrem pragmatischen Sinn für X miteinander vergleichen und gewichten. In unserer idealisierenden metrischen Sprechweise kann das von Y anzustellende Raisonement d.h. die "Errechnung" des seiner Auffassung nach mit den einzelnen A_i verbundenen pragmatischen Sinns dargestellt werden als

$$(T3) \quad PS_{X,t',Z_F}^Y(A_i) = W_{X,t,Z_F}^Y(A_i) \cdot [1 - P_{X,t}^Y(a_i)]$$

Als Entscheidungskriterium für die Auswahl unter den einzelnen Antworten läßt sich dann in Verschärfung von (b) das pragmatische Postulat formulieren:

- (P1) Wähle unter den von dir für wahr gehaltenen Antworten diejenige, deren von dir angenommener pragmatischer Sinn am größten ist.

Nun sieht die Situation, in der sich der Befragte für eine der mit einer Frage angebotenen Alternativen entscheiden soll, nicht immer so aus, daß er eine feste Überzeugung über die Wissenssituation des Fragenden, den Fragezweck, die Werte möglicher Antworten für X etc. hat. D.h. die Situation des Befragten ist nicht immer die einer Entscheidung unter Sicherheit. Ich möchte daher abschließend kurz rekonstruieren, wie die Situation des Befragten aussieht, wenn er die genannten festen Überzeugungen nicht hat, wenn er sich also in der Situation einer Entscheidung unter Risiko befindet.

Ich setze dabei weiterhin die prinzipielle Kooperationsbereitschaft des Befragten sowie seine Unterstellung der Gutgläubigkeit des Fragenden voraus. In der nun angenommenen Situation ist der Befragte Y sich also unsicher darüber, welche aus einer Reihe von möglichen Annahmen über die Wissenssituation des Fragenden zutreffend ist, und er ist sich ebenso unsicher darüber, welche aus einer Reihe von möglichen Hypothesen über die subjektiven Werte von Antworten anzunehmen ist.²² Diese Annahmen und Hypothesen sind also selbst mit einem Wahrscheinlichkeitsgrad zu versehen, der angibt, in welchem Maße Y von ihrer Richtigkeit überzeugt ist. Was Y in dieser Situation für die Wahl zwischen den verschiedenen A_i nur tun kann, ist, in Abhängigkeit von dem Maße, in dem er seine Annahmen über die Wissenssituation bzw. Wertsituation des Fragenden für richtig hält, den einzelnen Antworten einen pragmatischen Sinn zuzuweisen. D.h. er kann lediglich darüber rasonieren, welcher pragmatische Sinn der einzelnen Antworten zu erwarten ist. Sei also

\mathcal{H} = die Menge aller von Y für möglich gehaltenen Wahrscheinlichkeitsverteilungen $P_{X,t}$ auf $\{a_1, \dots, a_n\}$ ²³

und

\mathcal{W} = die Menge aller von Y für möglich gehaltenen subjektiven Wertfunktionen W_{X,t,Z_F} auf $\{A_1, \dots, A_n\}$

dann sei P^Y das auf $\mathcal{H} \times \mathcal{W}$ definierte Wahrscheinlichkeitsmaß, daß repräsentiert, welche (subjektive) Wahrscheinlichkeit für Y das Vorliegen der jeweiligen Wahrscheinlichkeitsverteilungen $P_{X,t}$ (Wissenssituationen von X) und Wertfunktionen W_{X,t,Z_F} (subjektiven Werte der Antworten für X) besitzen.

Analog zu der Bestimmung des Erwartungswerts des Nutzens in der Entscheidungstheorie²⁴ ließe sich dann ein von Y erwarteter pragmatischer Sinn (EPS) der von ihm für wahr gehaltenen Antworten bestimmen als (das gewogene arithmetische Mittel aus den einzelnen $PS(A_i)$ mit den Wahrscheinlichkeiten für W und P als Gewichten):

$$\begin{aligned} (T4) \quad EPS_{X,t',Z_F}^Y(A_i) &= \\ &= \sum_{\substack{P_{X,t} \in \mathcal{H} \\ W_{X,t,Z_F} \in \mathcal{W}}} [W_{X,t,Z_F}(A_i) \cdot (1 - P_{X,t}(a_i))] \cdot P^Y(W_{X,t,Z_F}, P_{X,t}) \end{aligned}$$

In Analogie zu der Regel von Bayes²⁵ läßt sich für diese Situation einer Entscheidung unter Risiko als pragmatisches Postulat für Antworten formulieren:

- (P2) Wähle unter den von dir für wahr gehaltenen Antworten diejenige, deren von dir erwarteter pragmatischer Sinn am größten ist.

ANMERKUNGEN

¹ Åqvist (1975), S. 142; um zu vermeiden, daß lediglich triviale Antworten wie "a ist a" direkte Antworten auf Identifikationsfragen wie "Wer ist a?" sind, nimmt Åqvist auf S. 150 eine Revision seiner Definition einer genau hinreichenden epistemischen Bedingung von Core Q vor.

² Belnap (1963), S. 18-20.

³ vgl. dazu meine Kritik in Grewendorf (1978).

- ⁴ Falls p gilt, ist sie trivial wahr; falls p falsch ist, ist sie aufgrund der Nicht-Referentialität der rechten Kennzeichnung nach gängigen Kennzeichnungstheorien vermutlich falsch.
- ⁵ Ein Begriff von Conrad (1978). Er versteht darunter jene Beziehung zwischen Frage und Antwort, durch die die Menge der strukturell möglichen Antworten abgesteckt wird. Ich werde im folgenden als "strukturell mögliche Antworten" jene Antworten bezeichnen, die syntaktisch und semantisch korrekt sind.
- ⁶ Conrad (1978), S. 50.
- ⁷ Auch Ja/Nein-Fragen wie *Hast du nicht heute Geburtstag?* lassen eine bestimmte Antworterwartung erkennen. Hier handelt es sich allerdings um eine Annahme oder Vermutung über die Gültigkeit einer bereits bekannten Antwort.
- ⁸ Zur Asymmetrie bei Ja/Nein-Fragen vgl. Wunderlich.
- ⁹ Für die folgende Analyse pragmatisch sinnvoller Antworten setze ich natürlich voraus, daß die Begriffe einer syntaktisch korrekten und semantisch wahren Antwort bereits geklärt sind.
- ¹⁰ Ich beziehe mich dabei natürlich nicht auf die normative, sondern auf die empirisch-deskriptive Deutung der Wahrscheinlichkeit.
- ¹¹ vgl. Stegmüller (1973), Bd. IV, Teil II, Abschn. 5 und 6, sowie Anhänge II und III, wo gezeigt ist, daß der subjektive Wahrscheinlichkeitsbegriff mathematisch präzisierbar ist, sofern man bereit ist, gewisse elementare Idealisierungen in der Form von Rationalitätskriterien zu akzeptieren.
- ¹² Um unnötige Komplikationen zu vermeiden, wird im folgenden stets vom endlichen Fall ausgegangen, für den nicht gefordert ist, daß der Argumentbereich von $P_{X,t}$ eine σ -Algebra ist.
- ¹³ Zur Deutung von Propositionen als Mengen vgl. Carnap (1971). Eine Darstellung der Carnap'schen Rekonstruktion von Propositionen als mengentheoretischen Entitäten findet sich in Stegmüller (1973), S. 446ff. und Spohn (1978), S. 90ff.
- ¹⁴ Der Zeitindex t bezieht sich dabei hier, wie im folgenden, nicht nur auf einen Zeitpunkt t , sondern auf die durch diesen Zeitpunkt festgelegte Situation.
- ¹⁵ Bei meinen kritischen Anmerkungen zu Åqvist (vgl. Abschnitt (I)) hatte ich darauf hingewiesen, daß der Fragende durch Antworten nicht immer in den Stand gesetzt werden muß, etwas Neues zu wissen, daß ihm häufig schon Gründe für eine Annahme, Vermutungen etc. reichen. Dieser Tatsache läßt sich dadurch Rechnung tragen, daß man für $P_{X,t}(B)$ einen kleineren Wert als 1 zuläßt und die im folgenden definierten Informativitätsbegriffe entsprechend modifiziert. Der Einfachheit der folgenden Darstellungen wegen nehme ich jedoch weiterhin an, daß $P_{X,t}(B) = 1$.
- ¹⁶ In der Anlehnung an Spohn (1978), S. 36, ziehe ich den Begriff "subjektiver Wert" dem in der Entscheidungstheorie eingebürgerten Begriff "Nutzen" vor.
- ¹⁷ wie etwa das sog. Wünschbarkeitsaxiom, das den Begriff des subjektiven Wertes mit dem Wahrscheinlichkeitsbegriff verknüpft (vgl. Jeffrey (1965), S. 94f., Stegmüller (1973), S. 305f.), sowie Festsetzungen bzgl. einer Normierung dieser Funktion (vgl. Jeffrey (1965), S. 116f., Stegmüller (1973), S. 327f.).

- ¹⁸ Unter Rekurs auf das Phänomen der Antwortererwartung bei Ergänzungsfragen könnte man dann als erwartete Antworten diejenigen bezeichnen, von denen der Fragende glaubt, daß ihr positiver subjektiver Wert dem Befragten in der entsprechenden Situation erkennbar ist.
- ¹⁹ vgl. dazu die Darstellungen in Spohn (1978).
- ²⁰ Aufgrund absehbarer fataler Auswirkungen auf den Fragenden kann es in manchen Fällen unverantwortlich sein, ihm "die Wahrheit zu sagen".
- ²¹ Die von M' erzeugte Mengenalgebra (über \mathcal{M}) ist die kleinste Mengenalgebra (über \mathcal{M}), die M' als Teilmenge enthält. Diese Forderung ist unproblematisch. Sie verlangt lediglich, daß diese Funktion den Kolmogoroff-Axiomen genügt, daß also z.B. keinem Argument die Zahl 2 zugeordnet wird, daß der Überzeugungsgrad von Propositionen, die Elemente aus M' enthalten, von den Werten dieser Elemente abhängt, etc.
- ²² Darin ist Y 's Unsicherheit bzgl. des für die Frage anzunehmenden Zwecks Z_F eingeschlossen.
- ²³ Für diese Funktionen muß wiederum gelten, daß sie sich zu einem Wahrscheinlichkeitsmaß erweitern lassen.
- ²⁴ vgl. z.B. Stegmüller (1973), S. 296/297.
- ²⁵ Eine Darstellung des Bayes'schen Prinzips findet sich u.a. in Jeffrey (1965), Kap. I, Stegmüller (1973), S. 297; Hinweise auf Kontroversen um dieses Prinzip gibt Spohn (1978), S. 39.

LITERATUR

- Åqvist, L. (1975): A new approach to the logical theory of interrogatives, Tübingen (1. Ausgabe 1965).
- Belnap, N.D. (1963): An analysis of questions: Preliminary report, Santa Monica.
- Carnap, R./Stegmüller, W. (1958): Induktive Logik und Wahrscheinlichkeit, Wien.
- Carnap, R. (1971): A basic system of inductive logic, part I. In: Carnap, R./Jeffrey, R.C. (Hrsg.): Studies in inductive logic and probability, Vol. I, Berkeley, pp. 33-165.
- Conrad, R. (1978): Studien zur Syntax und Semantik von Frage und Antwort, Berlin. (= Studia Grammatica. XIX.)
- Grewendorf, G. (1978): Probleme der logischen Analyse von Fragen, in: Papiere zur Linguistik 19, S. 5-57.
- Jeffrey, R.C. (1965): Logik der Entscheidungen, Wien/München.
- Kasher, A. (1974): Mood implicatures: A logical way of doing generative pragmatics, in: Theoretical Linguistics 1, pp. 6-38.
- Keenan, E.L./Hull, R. (1973): The logical presuppositions of questions and answers. In: Petöfi, J./Franck, D. (Hrsg.): Präsuppositionen in Philosophie und Linguistik, Frankfurt, S. 441-466.

- Savage, L.J. (1954): The foundations of statistics, New York.
- Spohn, W. (1978): Grundlagen der Entscheidungstheorie, Kronberg.
- Stegmüller, W. (1973): Probleme und Resultate der Wissenschaftstheorie und Analytischen Philosophie, Band IV, Personelle und Statistische Wahrscheinlichkeit, Berlin/Heidelberg/New York.

Harry Bunt

Abstract:

In this paper questions and answers are considered within the setting of their occurrence in a relatively simple kind of dialogues, so-called 'informative dialogues'. This type of dialogues is characterised by the fact that they are conducted with the purpose of exchanging certain factual information and that they do not contain elements, irrelevant to this purpose. As empirical data we use registrations of such dialogues between people and between a person and a computer. It turns out that, though the desired information transfer is basically accomplished by means of questions and answers, the naturalness and smoothness of the dialogues is largely due to the way questions and answers are interwoven with acknowledgements, checks, confirmations, etc.

A theoretical framework for the study of dialogues is developed, in which a dialogue is viewed as a sequence of speech acts performed according to certain rules for their appropriate use. We outline how these rules can be made explicit and precise in terms of an articulated description of the participants' goals, plans, knowledge of the discourse domain, and assumptions about each other.

Two applications of this framework are discussed: its use in the transcription and analysis of person-to-person dialogues and its rôle as a basis for constructing a pragmatically acceptable automatic dialogue partner.

1. Introduction

1.1 Man-computer dialogues in natural language

This paper is about dialogues in which questions and answers are the basic elements. We study dialogues, elicited in our laboratory, between two persons, and (spoken) dialogues between a person and a 'simulated' computer. A major

motivation for this study is that we would like to know what conversational principles should be incorporated in a natural language dialogue system.

Natural language dialogue systems could be very useful for providing easy access to large data banks. This is the incentive for much of the research in Artificial Intelligence on automatic question-answering system. If a machine is to provide information, it must first of all determine which information the user wants.

To realise this, various modes of communication are conceivable, with various degrees of linguistic and communicative sophistication. One can think of a perfect understanding and conversing system, able to participate in dialogues having the complexity of person-to-person dialogues. It seems clear that in this case we should incorporate in the machine essentially the conversational principles that govern natural dialogues between people. Of course, such machines do not exist yet. They are best approximated by today's most advanced question-answering interpreting complex natural language questions (see e.g. the PHILIQA system¹). From a communicative point of view, these systems are still very primitive. Essentially, they attempt to determine the contents of an answer to a literal interpretation of a question. They are not based on any conversational principles, other than that a question calls for an answer, and therefore lack a general ability to conduct a dialogue.

A different type of man-machine interaction is possible in a situation where the machine only needs to anticipate a semantically limited variety of information requests. In such a situation, the information that one wants to obtain from the machine can be characterised by the values of a few parameters. In this case the man-computer dialogue can be organised in such a way that the machine retains the initiative, asking questions concerning the values of the relevant parameters until it has acquired sufficient data to determine which information is wanted. The machine's questions can be formulated appropriately with respect to precision, presupposition load, etc., in order to elicit short, simple responses that can be processed automatically without requiring much semantic or syntactic sophistication. For this reason, and because the possible responses are fairly predictable if the questions are chosen properly, it is even conceivable that such a dialogue takes place by means of speech. How satisfactorily such a system works will depend critically on the appropriateness of the questions that it asks and

how well it anticipates the user's responses. In other words, it is essential for such a system to be based on pragmatic principles that apply to this type of communication. Since this communication is rather different from natural conversation, it is not immediately clear what the relevant principles are.

At the Institute for Perception Research in Eindhoven, a dialogue system of the latter kind, with speech input and speech output, has been built for experimental purposes (MULLER et al., 1977). This system was programmed to provide information concerning departure times of intercity trains from Eindhoven. Basically, it asks in what direction, on what day of the week, and at what hour of the day approximately the travel should take place, and then it supplies the relevant departure times. In designing the dialogue that this system can maintain, experiments were conducted by Van Katwijk and Leopold in which they simulated the machine. Subjects were asked to imagine that they would wish to make a certain travel by train and then dial a certain phone number which would connect them to an experimental automatic information system, to obtain the relevant departure times. Upon dialling this number, the subjects were actually connected to an experimenter who would behave as a system, defined on paper. The dialogues were recorded on tape and studied for the occurrence of hesitations, misunderstandings, unexpected reactions, etc., that suggested where the system needed to be improved.

One might think that these dialogues are trivially simple, consisting just of questions about direction, day and approximate hour of departure with the corresponding answers, followed by the supply of the desired information. But there are many interesting complications that occur.

One complication is the occurrence of indirect answers, as illustrated by:

- (1) S: *Do you want to travel today?*
U: *I want to travel next Wednesday.*

Other types of complication arise because of misunderstandings and the awareness of their possible occurrence. In natural conversation one finds many signals indicating that the communication is going well, signals such as 'yes', 'right', 'aha', and nodding. If a machine does not signal from time to time

that the user is being well understood, the user begins to feel uncomfortable. A suitable way of handling this is illustrated by the following dialogue:

- (2) S: *What is the direction?*
U: *Tilburg.*
S: *Direction Tilburg!*

If a system is uncertain about what has been said, it should check, for instance:

- (3) S: *What is the direction?*
U: *Tilburg.*
S: *Tilburg?*
U: *Yes.*

It may be noted that, due to the fact that the response *Tilburg* has been discussed explicitly, it would be less appropriate in this case if the system would confirm again: *Direction Tilburg*, as in the previous example.

When the system reports on its understanding, as in (2), it is often felt natural to say whether the system is right or wrong, as in the following examples:

- (4) S: *What is the direction?*
U: *Tilburg.*
S: *Direction Tilburg!*
U: *Yes.*

and:

- (5) S: *What day?*
U: *Tuesday.*
S: *Thursday!*
U: *No, Tuesday!*

There are several other kinds of complication, for instance having to do with unwarranted presuppositions (S: *At what hour approximately would you like to leave?*; U: *It's not me who likes to leave, I would like my mother in law to leave.*).

Altogether, it turns out that even in this very restricted type of communication the dialogues are far from trivial. In particular, the dialogues are not just sequences of question-answer pairs. In fact, their smoothness and naturalness seems to be due largely to the way in which questions and answers are interwoven with acknowledgements, checks, confirmations, etc. Question-answer dialogues consisting of questions and answers only, are highly unnatural.

1.2. Conversational principles

The possible pleasure of conversing with a machine is easily spoiled if the machine's contributions to the dialogue are frequently confusing, irrelevant, suprising or disturbing. In such cases it is difficult to make predictions on the user's responses, and those responses will be more garbled than otherwise; the understanding task for the system is correspondingly more difficult in those cases. It is therefore desirable, from both dialogue partners' point of view, to streamline the communication according to pragmatic principles for this type of conversation.

GRICE (1975) has formulated some very general, basic principles for cooperative linguistic behaviour. The GRICEan principles, which can be summarised roughly speaking as: be informative, be sincere, be relevant, and be brief, are observed in natural dialogues to an important extent, but with all sorts of qualifications and exceptions.

To what extent do the GRICEan principles apply to man-machine dialogues? Let us consider the behaviour of the human partner first.

When interacting with a computer, there seems to be a natural tendency to communicate to the machine just that information that is necessary and sufficient to make the machine do what you want it to do, and, moreover, to express oneself correctly and without unnecessary long-windedness. We don't need to go here into the reasons why there is a tendency to behave this way; it seems fairly obvious, though, that it has nothing to do with cooperation but rather with optimisation of the communication from the user's point of view. The interesting point to note is that, when communicating

with a computer, one seems to follow the GRICEan principles more closely than in almost any natural person-to-person dialogue.

What about the communicative behaviour that one expects from a machine? This is less clear, but certainly one expects a machine to supply information correctly drawn from its data bank; this is the analogue of the principle 'be sincere'. Also, if a machine would say irrelevant things, one would think it failed to understand you correctly, so the machine is expected to follow the principle 'be relevant'. Furthermore, one presumably does not expect a machine to express itself with unnecessary verbosity, so the principle 'be brief' applies as well. Remains the principle 'be (optimally) informative'. I think this is the least clear case, because it is almost impossible to avoid that a machine will often interpret your sayings literally, rather than as the indirect speech act you wanted to perform, and this normally does not lead to the most informative response. On the other hand, it is probably just because of the awareness that it is extremely difficult for a computer to figure out which indirect speech act one has in mind, that there is the tendency to express oneself in such a way that it is appropriate to be taken literally.

Altogether, in view of the tendency to be straightforward and to the point when talking to a machine, and because of the common expectations concerning a machine's behaviour, it seems that man-machine dialogues are an exceptionally nice paradigm for studying the GRICEan principles at work.

The fact that the principle 'be relevant' seems to apply to man-machine information-transfer dialogues, means that only relevant information is exchanged in such dialogues. On the other hand, we noticed that such a dialogue does not consist only of the questions and answers that basically accomplish the desired transfer of information; we also find a lot of elements serving to make the communication run smoothly and correctly. Altogether this means that the communicative actions taking place are either directly relevant to the desired information transfer or indirectly, being directly relevant to 'control' the dialogue. We call a dialogue with these properties an informative dialogue. The language game of conducting an informative dialogue is the object of our study.

2. Theoretical Framework

2.1 Dialogues as sequences of actions

In this section we want to outline a theoretical framework for the study of informative dialogues.

We view an informative dialogue as a sequence of communicative actions, aiming at the cooperative achievement of the overall purpose of the dialogue. We assume, moreover, that there is a limited variety of communicative actions which are performed according to rules for their meaningful use. We thus subscribe to the view, basic to speech act theory, that speaking a language is a purposeful, rule-governed form of behaviour (see SEARLE, 1969). Not all speech acts can function as elements in an informative dialogue, as is illustrated by such examples as:

- (6)
- a. *I baptise this ship Queen Elisabeth.*
 - b. *I open the meeting by saying welcome to our special guest...*
 - c. *I give my vote to the candidate John X.*
 - d. *I solemnly swear to speak the truth and nothing but the truth.*

We use the term 'dialogue acts' for the subclass of speech acts that can be used in informative dialogues. We try to determine which types of dialogue acts should be distinguished and what are the rules for their meaningful use; these rules would express the conversational principles according to which this language game should be played.

The sequencing of dialogue acts into a coherent dialogue, done by both participants, is ultimately motivated by their desire to achieve their overall purpose(s) with the dialogue. However, if we look 'locally' at the dialogue fragment, the relevance of the occurring actions for the overall purpose is not always clear.

Consider a participant A who directs a dialogue act to participant B. B interprets this act, which means that he builds up certain assumptions such as: what does A want to achieve with this act, what does he think I can do to help him, etc. On the basis of these assumptions, B generates B reaction according to the rules for the appropriate use of dialogue acts, and this is the next element in the sequence (or rather, in general his reaction con-

stitutes a new subsequence in the entire sequence). This process will only lead to a coherent dialogue if A and B create a substantial amount of shared assumptions; if there are considerable conflicts between A's and B's assumptions (either from the beginning of the dialogue or arising as a result of misunderstandings), this will lead to the occurrence of dialogue acts which the addressee cannot handle and to a communicative failure.

A fundamental issue is, therefore: what assumptions does the hearer build up in interpreting a dialogue act? This depends, of course, on what kind of act it is, or rather, on what kind of act the hearer takes it to be (like: it is a genuine question or it is a rhetoric question). Hearers sometimes interpret communicative acts in a different way than the speaker intended them, and it is not obvious which act we should then say that has taken place. In order to avoid the problems with identifying communicative acts (see ALLWOOD, 1977, p. 58), we will, for the purpose of developing our theoretical framework, consider only ideal speakers and hearers, by which is meant that both dialogue participants are assumed to be fully competent users of the same language (they know perfectly well how to do things with dialogue acts, so to speak), they interpret each others acts correctly (i.e. as they were intended) all the time, they share and apply fully the principles for cooperative behaviour, and finally, they both make the assumptions just mentioned about each other (they assume that the other is the same ideal speaker-hearer as oneself). When we make this idealisation, it does not matter whether we define a dialogue act from the speaker's point of view or from the hearer's.

2.2 Conversational information

We mentioned as a fundamental issue the question which assumptions a hearer builds up in interpreting a dialogue act. We try to tackle this question as follows. If a dialogue participant A is to perform a dialogue act appropriately (pragmatically correct), certain conditions must be fulfilled concerning the discourse world, the shared assumptions built up so far, and how the act relates to the overall purpose of the dialogue – all these matters as judged by A. We try to determine the most important factors that play a rôle in the appropriateness conditions for dialogue acts; these factors are then the relevant things for the hearer to make assumptions about.

Let us, for instance, consider an information request. Let A be the speaker, B the hearer, and p the requested information. In this case we can identify at least the following factors that are involved in the conditions for it to be appropriate for A to ask this question to B.

First of all, the primary motivation for A's question is that A wants to obtain the information in question (p). In other words, we have the condition that part of A's goal is to obtain this information. In the case of an informative dialogue, A's goal, i.e. the situation that A hopes to achieve by means of the dialogue, is that certain information about the domain of discourse is transferred to him. Therefore, two other factors involved in the conditions for A's question are A's information about the discourse domain and his assumptions regarding B's information about the discourse domain². Two necessary conditions are, namely, that A believes B might have the desired information available³ and that A himself doesn't have the information p available. (If these conditions are not satisfied we may have an 'examination question', which is a question concerning the speaker's knowledge, but not a question concerning the domain of discours.) Moreover, there would be no point in A's asking this question if he supposed that B was about to supply the desired information anyway. Therefore, a fourth factor involved in the conditions consists of assumptions regarding the partner's plan.

These considerations are of course familiar from SEARLE's discussion of preparatory and sincerity conditions for performing speech acts with the illocutionary force of a question, SEARLE 1969, p. 66. We can also recognise particular instances of GRICE's principles: the first and second conditions we mentioned are instances of the principles of relevance and sincerity, respectively, and the third condition might also be viewed as an instance of the principle of sincerity. The fourth condition is not clearly related to one of GRICE's principles; it is a particular instance of one of the general principles underlying rational action, namely the principle of economy (see ALLWOOD, 1976, pp. 43-51 and BUND, 1978, pp. 8-9).

The necessary conditions for A's appropriately asking B for the information p illustrate what we consider as the most important factors involved in the conditions for performing a dialogue act, namely the speaker's goal, plan, and knowledge of the discourse domain, and his assumptions regarding the hearer's goal, plan and knowledge of the discourse domain. A particular

dialogue act has its origin in a particular configuration of properties of these factors, and this configuration is implicitly communicated to the hearer when the act is performed.

When modelling communication, a frequently used terminology is that communicative actions change the participants' 'knowledge state'. We have just indicated what 'knowledge' is affected in a hearer by a dialogue act: his assumptions regarding the speaker's goal, plan, and knowledge of the discourse domain, and his assumptions regarding the speaker's assumptions regarding the hearer's goal, plan, and knowledge of the discourse domain. We use the term conversational information for that knowledge which is affected by dialogue acts, and we thus say that the process of interpreting a dialogue act takes one into a new conversational information state.

We can be more specific about how a hearer's conversational information state is changed when he interprets a dialogue act. Consider, again, an information request by A, directed to B. If he has no evidence to the contrary, B will assume A to act according to the rules for the appropriate use of dialogue acts. If he interprets A's dialogue act correctly as an information request, this means that he will assume that the appropriateness conditions for the information request are satisfied. This means that B will assume that:

- (1) to obtain the information in question ("p") is part of A's goal;
- (2) A doesn't possess the information p;
- (3) A assumes that B might possess the information p;
- (4) A doesn't assume that B was about to supply p anyway.

These assumptions are the new elements in B's conversational information state: the interpretation of A's dialogue act as an appropriately performed information request means that B's conversational information state is changed in such a way that it now contains these four assumptions⁴.

Generalising from this example, we can say that, when the hearer interprets a dialogue as being the action 'a1', this means that he undergoes a transition to a new conversational information state which differs from the previous one in that the new state contains the assumptions that the appropriateness conditions for a1 are satisfied. Note that the simple relation between the change in the hearer's conversational information state and the appropriateness conditions for performing the dialogue act that causes the change, is due to the assumption that speaker and hearer have the same opinions about appropriateness conditions⁵.

Up to now we have neglected certain types of assumptions that must be included in a conversational information state. By considering the appropriateness conditions for other types of dialogue acts than information requests, we find that assumptions of a more complex structure must be included, namely assumptions about the assumptions included so far. For instance, we saw that an information request by A generates in B's conversational information state the assumption that A assumes that B might possess the desired information. This newly generated assumption, in its turn, plays a rôle in the appropriateness conditions for B's answering the question, and consequently an answer by B will generate in A's conversational information state an assumption about it. So we have to take assumptions about assumptions about assumptions into account! Taking assumptions about assumptions about assumptions into account, the question arises: what about assumptions about assumptions about assumptions about assumptions? It seems that there's in principle no limit beyond which it is impossible to play the I know that you know - that I know - that you know game, but it's also clear that, for informative dialogues, it is not necessary to take assumptions about assumptions about assumptions into account for every possible depth of nesting. At what depth we can safely stop is a matter to be decided empirically; we will return to this point later.

2.3 Illocutionary and perlocutionary effects

SEARLE (1969, pp. 42-50) introduces the term 'illocutionary effect' of a speech act, performed by means of the sentence S, for the production in the hearer of 'the knowledge that the states of affairs, specified by the rules of S, obtain', where 'the rules of S' correspond with what we called 'appropriateness conditions'. Using this terminology, we can say that the change in the hearer's conversational information state, brought about by a dialogue act, is its illocutionary effect.

When a dialogue participant has interpreted a dialogue act addressed to him, he will often produce a (re)action, which is also an effect of the dialogue act, but a different kind of effect than the illocutionary effects. An essential difference is that illocutionary effects are indissolubly connected with the occurrence of the dialogue act: saying that e.g. an information request has

taken place is a way of saying that its characteristic illocutionary effects have taken place. Subsequent actions, undertaken on the basis of the illocutionary effects, are partly determined by social conventions, and depend on a variety of features of the speech situation; as opposed to illocutionary effects, these actions are deliberate and freely under control of the agent. This kind of effects has been called "perlocutionary" by AUSTIN and SEARLE.

In general, the possible perlocutionary effects of a speech act can be almost anything, including the occurrence of actions which are not speech acts. In the case of informative dialogues, however, it seems that there is a limited range of possible perlocutionary effects that we have to take into account. We consider specifically communication situations where the participants have no other contact than by what they say⁶ (see also Section 3.1). One might think that, as a consequence, the only kind of actions that have to be considered are dialogue acts. But this is not quite true. We noticed above that the speaker's goal, plan for achieving the goal, and knowledge of the discourse domain are among the factors involved in his decision to perform a certain dialogue act. These factors are not changed in interpreting a dialogue act; only the assumptions regarding the partner's goal, plan, etc. are possibly changed. If it happens that a participant decides to change his goal, his plan, or his knowledge of the discourse domain then this must be regarded as a perlocutionary effect. For instance, if we have a dialogue fragment such as:

- (7) A: *What time does the next train to Amsterdam leave?*
 B: *At 10.34.*
 A: *I see.*

then, as an illocutionary effect of B's answer, A will assume that B believes the next train to Amsterdam leaves at 10.34; a perlocutionary effect is here that A, believing B, adds to his knowledge of the discourse domain that the next train to Amsterdam leaves at 10.34. We can take A's *I see* as an indication that this perlocutionary effect has taken place.

Our claim is now that for informative dialogues we have to consider, besides the dialogue acts, the deliberate changes that a participant makes in his goal, his plan for achieving the goal, and his knowledge of the discourse domain, and that these changes are the only kind of perlocutionary effects that have to be taken into account.

We have not yet looked in much detail into the perlocutionary effects of dialogue acts, but the following remarks may be in order:

1. One of the characteristics of an informative dialogue is that it has a well-defined goal, namely to transfer certain objective information concerning a universe of discourse *U*. So far we tacitly assumed that the participants themselves are not elements of *U*, that *U* remains unchanged during the dialogue, and that the information concerning *U* that is to be transferred remains unchanged. That is to say we only consider dialogues in which the participants' goals remain unchanged.
2. By a plan we mean any considerations concerning how the goal might be achieved. A simple plan consists of a structuring of the overall goal into subgoals, but a plan may also be more elaborate, specifying a sequence of actions, or even several alternative sequences of actions, leading up to the overall goal (cf. BUNT, 1977). We have not yet considered the dynamic construction or alteration of such complex plans; we only considered how a subgoal, to be achieved next, plus an appropriate action can be generated (see below).
3. It seems that in the knowledge of facts in the universe of discourse we have to distinguish at least two modalities of 'knowing': knowing for sure and supposing, but not being sure. Accordingly, changes in this knowledge can be described in terms of adding or removing beliefs and changing the strength of beliefs.

Taking the participants' overall goals to be constant throughout the dialogue, we are only left with changes in plan considerations and changes in knowledge of the discourse domain, as possible perlocutionary effects.

It may be noted that these two changes are of a rather different nature, because changes in world knowledge are more directly related to incoming dialogue acts than changes in plan considerations. A change in world knowledge is directly related to the information concerning the discourse world, conveyed by information-supplying dialogue acts (such as answers). For instance, if an informative question by *A* is answered by *B*, *A* will have to take a stand on the information supplied by *B*: will he accept or reject it, and if he accepts it, how strongly will he believe it? If he accepts it, then that closes in principle the subject of this question-answer sequence; *A*'s underlying

subgoal is satisfied and A can cancel this part of his plan and generate a new subgoal. However, the generation of a new subgoal is determined primarily by the overall dialogue goal and can hardly be viewed as an effect of the previous dialogue act. We are therefore inclined to take only one kind of perlocutionary effect into account, besides the rather trivial updating of a plan, namely changes in world knowledge⁷. The selection of a new subgoal and the planning of a corresponding dialogue act is viewed as a separate kind of activity.

In section 3.2 we shall consider how the considerations, discussed in this section, concerning appropriateness conditions for dialogue acts, illocutionary effects, perlocutionary effects, and the selection of new subgoal/dialogue act fit together in a model for automatic dialogue generation.

3. Applications of the framework

3.1 Analysis and transcription of dialogues

We envisage two ways in which the framework, developed in the previous section, can be useful: on the one hand for analysing and transcribing informative dialogues between people, and on the other hand for designing computer programs, able to conduct an informative dialogue in a pragmatically adequate way.

In order to detect conversational principles and mechanisms underlying informative dialogues, we study both person-to-computer dialogues and person-to-person dialogues. The person-to-computer dialogues we studied were described in section 1.1; the person-to-person dialogues are as follows. Two people are placed in a room in such a way that they have no visual contact. They both receive a plastic cube; the cube of one of them is decorated with figures of various shapes and colours, that we have stuck on it, the other cube is blank. The person with the blank cube receives a set of adhesive figures, from which those on the decorated cube were chosen, and the participants are asked to perform a dialogue in order to enable the person with the blank cube to decorate his cube in the same way as the other one. This is done under various conditions: sometimes the participants are left completely free in how they accomplish the task, sometimes we introduce additional constraints, for in-

stance we ask the participants to play the game in such a way that the person with the blank cube may do nothing else than react to what his partner says by means of a single word. This creates a situation which is similarly constrained as the person-to-computer situation described above. Since the participant who is unconstrained in what he may say will now do whatever he can to compensate his partner's handicap, this gives rise to dialogues where we observe optimal cooperative behaviour in such a situation. The study of this kind of person-to-person dialogues is therefore directly relevant to the design of a cooperative dialogue system.

When we look at the dialogue texts, obtained in this way, we are faced with material with many accidental, rather irrelevant aspects. In particular it would often be possible to change textual details without essentially affecting the communication. It is therefore necessary to extract from this material only those aspects that are felt to be essential. We try to achieve this by transcribing the dialogue as a sequence of dialogues acts, where each dialogue act is characterised by its illocutionary function (what kind of action it is) and its propositional content.

We would like to note the following tentative observations on informative dialogues, analysed along these lines.

First of all, it appears that the Gricean principle of relevance, claimed in section 1.2 to hold for man-computer dialogues, holds for informative dialogues in general. It was noted already that this principle implies that all communicative actions in an informative dialogue are either directly related to the overall goal of the dialogue or serve to control the course of the dialogue including correctness of understanding. Consequently, the dialogue acts that we find can be classified in two categories, namely goal-directed and dialogue-control acts.

An example:

- (8) A: *What is the colour?* (goal-directed)
 B: *The colour of the triangle?* (dialogue-control)
 A: *Yes.* (dialogue-control)
 B: *It's green.* (goal-directed)

Within each of the two categories a further division can be made according to whether information is requested or provided. We mentioned in 2.3 that it seems necessary to consider both certain and uncertain knowledge about the domain of discours; the lack of any knowledge concerning a certain fact and the lack of certainty of knowledge concerning that fact, give rise to two different kinds of information-requesting dialogue acts, as illustrated by:

- (9 a) A: *What is the colour of that triangle?* (lack of knowledge)
(9 b) A: *The triangle is green, isn't it?* (lack of certainty)

The case of (9 a) we would call a QUESTION and the case (9 b) a CHECK. This distinction exists also among dialogue control acts, as is illustrated by:

- (10 a) A: *What did you say?* (QUESTION)
(10 b) A: *Did you say grey?* (CHECK)

QUESTIONS and CHECKS are intuitively felt to be slightly different, though having much in common, and this difference can be made explicit in their appropriateness conditions. The appropriateness conditions for a QUESTION and for a CHECK are identical except that in the case of a QUESTION the speaker does not possess the requested information at all, whereas in the case of a CHECK he possess the information but is uncertain about it.

Among the information-providing dialogue acts there is another subdivision to be made, depending on whether the information in question is provided in order to satisfy a want of information of the hearer or to provide information in the interest of the speaker's own goals. A dialogue act, providing information to satisfy the partner's want, we call an ANSWER; in the other case we speak of an INFO-SUPPLY.

We have no claims that this should be all, in particular that no further subdivisions will have to be made^a, and it should also be emphasised that we have only considered informative dialogues. The illocutionary functions, distinguished so far, are represented in the following diagram:

Another observation is that questions are very frequently answered in an indirect way, as illustrated by example (1) in section 1.1. It seems possible to identify different forms of indirectness in the relation between a question and an answer and to predict certain cases of indirect answers on the basis of the linguistic form of the question. This point is discussed in some detail in VAN KATWIJK and BUND (1979).

Finally, from the appropriateness conditions that we have been able to determine so far, it seems that the greatest depth in assumptions concerning assumptions, that must be included in the participants' conversational information, is the depth of A's assumptions regarding B's goal, plan, and knowledge of the discourse domain. More deeply nested assumptions about assumptions do not seem to play an important part in appropriateness conditions.

3.2 A model for automatic dialogue generation

The theoretical considerations put forward in section 2, together with the observations on natural informative dialogues discussed above, can form the basis for a detailed model of the generation of a dialogue. The computer implementation of such a model, that we are currently working on, would provide an automatic dialogue partner behaving according to appropriate conversational principles. At the basis of this behaviour is of course an adequate choice for the appropriateness conditions of the dialogue acts that the system would perform, but this is not all. As we argued in 2.3, certain perlocutionary effects and the selection of subgoals must also be taken into account.

We concluded in 2.3 that the considerations, involved in the appropriateness conditions for dialogue acts, are the speaker's goal, plan, knowledge of facts in the universe of discourse, and assumptions regarding the hearer (to the depth just mentioned). Let us call the whole of these considerations the speaker's state, and indicate speaker A's state at a certain point i in the dialogue by A_i . What we previously called A's conversational information state is then a part of A_i , which we will represent by AC_i ⁹. The appropriateness conditions for performing dialogue acts can be formulated as rules, generating for each state A_i a set of candidate acts that would be appropriate to perform (cf. BUNT, 1978).

We can now model a dialogue participant as follow. Let AG_i represent A's goal (i.e.: overall dialogue goal) a point i in the dialogue, AP_i A's plan considerations, and AF_i his knowledge of facts in the discourse domain. Suppose a dialogue act is addressed to A. First, A interprets the act. This means, as we argued in 2.2, that A's conversational information state changes from AC_i to a new state AC_{i+1} . Subsequently, there are possible perlocutionary effects causing a change of AF_i , into a new state AF_{i+1} . Then the appropriateness conditions generate, for this new total state of A, a set of candidate dialogue acts. From these candidates one must be selected, according to certain selection rules (see below).

The choice of a candidate act (plus the subgoal that it is to serve) is in fact a change in plan considerations from AP_i to a new state AP_{i+1} . If it is A's turn in the dialogue, A performs the chosen dialogue act. This course of events is depicted below.

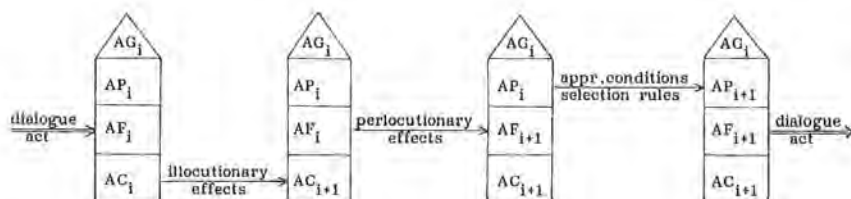


Fig. 2

The 'selection rules' for choosing one of the dialogue acts, generated by the appropriateness conditions, find their origin in the three possible motivations for taking action:

- (i) to further one's own goal;
- (ii) to further the partner's goal;
- (iii) to make sure that the communication is proceeding smoothly and correctly.

There are several particular instances of (iii), such as correcting or checking the correctness of what one has heard and how one has interpreted what was heard, checking the correctness of conversational information, explicitly announcing the introduction of a new topic, etc. We found that, even if there are in fact no misunderstandings or incorrect assumptions, there are quite frequent checks and confirmations of correct communication. It is still rather unclear to us what conversational principles determine how frequently and at which points such dialogue control acts are appropriate and how this can be formulated in rule form. It seems clear, though, that the frequency of occurrence of dialogue control acts depends heavily on how well the information, transferred during the dialogue, fits in with expectations and therefore also depends on the extent to which the dialogue partners agree on how to tackle the dialogue task. In the person-to-person dialogues we studied, we found relatively many dialogue control acts in the earlier part of the dialogue, apparently serving to establish an agreement on how to approach the task. The fact that this task was an artificial, unfamiliar one probably increased the number of dialogue control acts.

The dialogue act that will be selected on the basis of one of the motivations (i) or (ii) will in part be determined by the logical structure of the information that is to be transferred, that is by the ways in which this information can be divided into pieces, and by logical constraints on the order of discussing these pieces (cf. GROSZ, 1977). These logical properties determine how one's overall goal can be structured into subgoals. Detailed assumptions regarding how the partner structures his goal into subgoals turns out to be a major source of indirect answers to questions (cf. VAN KATWIJK and BUNT, 1979).

We have considered in this paper the illocutionary effects, perlocutionary effects, appropriateness conditions and selection rules for dialogue acts, but we neglected so far the first and last of the processes depicted in Fig. 2: how an interpretation of an incoming dialogue act is made and how an outgoing dialogue act is expressed.

Our study is presently focussing on man-computer dialogues where the computer retains initiative all the time and the human may only react with extremely simple responses of one or two words. This makes the interpretation problem rather trivial. However, the linguistic form of the dialogue acts

produced by the system is of critical importance, for the act should not only be selected on the basis of adequate appropriateness conditions, but should also be expressed in such a way that it elicits responses within the prevailing communicative constraints without frustrating the user. Since the basic kind of dialogue act that the system has to perform is the QUESTION (in order to determine which information is wanted), we devoted particular attention to appropriate question forms. Successful communication depends on the correct answering of these questions; we therefore also devoted attention to the linguistic form of dialogue control acts serving to remedy understanding problems caused by deviating answers to the system's questions. We found that the question form influences the appropriate forms of these dialogue control acts, and accordingly we designed dialogue control acts for use in combination with WH-questions, *yes/no*-questions, alternative questions, completion questions, and several other question forms (see BUND, LEOPOLD, MÜLLER and VAN KATWIJK, 1979).

ACKNOWLEDGEMENTS

The person-to-computer dialogue experiments, mentioned in section 1.1, were designed and carried out by AB VAN KATWIJK and FRANK LEOPOLD. The person-to-person dialogue experiments, mentioned in section 3.1, were designed and carried out together with AB VAN KATWIJK, FRANK LEOPOLD and HERMAN MÜLLER, with whom a working group for the study of dialogues was formed during 1978. Many of the ideas in this paper were shaped in discussions in this group.

NOTES

¹ See W.J. Bronnenberg, H.C. Bunt, S.P.J. Landsbergen, R.J.H. Scha, W.J. Schoenmakers, E.P.C. van Utteren (1979). The question-answering system PHLIQAL.

² By 'information about the discourse domain' we mean knowledge of contingent facts relating to the discourse domain, as opposed to general knowledge about the domain which the participants must possess in order to conduct a dialogue about this domain. Other terms that are used as synonyms in the paper, are: 'knowledge of facts in the discourse domain', 'knowledge of the discourse domain', or just 'world knowledge'.

- 3 Conditions of various strengths are conceivable here. The weakest condition is that A does not believe that B does not have the information p available. The strongest condition is that A knows that B has p available; somewhere in between is that A suspects that B has p available (see section 3.1 for the difference between 'A knows' and 'A suspects'). Conditions of different strength correspond with different question forms.
- 4 More accurately, if B's conversational information did not yet include these assumptions, it is changed so that they are now included.
- 5 This assumption leads directly to what has been called the principle of reflexivity (Bunt 1978; cf. Allwood 1976, section 5.1). This principle provides a very simple and elegant specification of the illocutionary effects of a dialogue act (see section 2.3), and can serve as a basis for defining the illocutionary force (or as we prefer to say: illocutionary function) of a dialogue act formally as a function from conversational information states to conversational information states (see Bunt 1978; section 3.3).
- 6 We want to exclude such communicative actions as gestures, which are obviously not present in man-machine dialogues. See also section 3.1.
- 7 We are using 'plans' in a wide sense, a plan including any information concerning the structure of the overall dialogue goal into subgoals, with optional specification of details of actions for achieving subgoals. Once an action has been performed we do not mean to throw this information away, since it may be relevant at a later stage in the dialogue, for instance if it turns out that an action was not successful though earlier it appeared to be. This is a quite common phenomenon in natural dialogues. So by updating a plan or canceling part of a plan we do not mean that specifications of subgoals and actions are deleted, but rather that they receive a less active status.
- 8 In fact we are currently considering several suggestions for elaborating the system of illocutionary functions, displayed in Fig. 1. One suggestion is to make further subdivisions, both among the information-providing and among the information-requesting acts, based on degrees of certainty with which information is known to the speaker or assumed to be known to the hearer (cf. note 3). Another suggestion is that, instead of a division at the top level in two categories (goal-oriented and dialogue control), we should perhaps make a division in three: fact-oriented (=goal-oriented), plan-oriented and hearer-oriented, corresponding to the three dynamic components of a speaker's total knowledge state (see Fig. 2). A fact-oriented act would have as propositional content information of the kind that constitutes AF₁ (world knowledge); a plan-oriented act would have AP_i-type information as propositional content (i.e. information about past or future dialogue acts), and a hearer-oriented act would have conversational information as propositional content (knowledge about the hearer). Of course, differences in the type of propositional content do not necessarily induce differences in illocutionary function; the suggestion to make this differentiation comes from the fact that the speaker will always believe the hearer to have infallible knowledge about himself. Therefore, the hearer cannot be uncertain about the propositional content of a hearer-oriented dialogue act addressed to him. Hearer-oriented acts therefore seem to be more constrained in their appropriateness conditions than fact- and plan-oriented acts.

- ⁹ Compared to Bunt (1978), we have made a slight change in terminology at this point. What we call a participant's 'state' was called 'conversational information state' in Bunt (1978). This terminological change is due to the more articulated description we give in the present paper of how the various types of information that a participant has change during the dialogue.

REFERENCES

- Allwood, J. (1976): A critical look at speech act theory. In: Dahl, O. (Ed.) (1976), pp.
- Allwood, J. (1977): Linguistic communication as action and cooperation, Gothenburg. (= Gothenburg monographs in linguistics. 2.)
- Austin, J.L. (1962): How to do things with words, Oxford. (Rev. ed. by Sbisà, M./Urmson, J.O. (Eds.) (1975).
- Bolc, L. (Ed.) (1980): Natural language based computer systems, München/Wien; London.
- Bronnenberg, W.J./Bunt, H.C./Landsbergen, S.P.J./Scha, R.J.H./Schoenmakers, W.J./Uttersen, E.P.C. van (1979): The question-answering system PHLIQAI, In: Bolc, L. (Ed.) (1980), pp.
- Bunt, H.C. (1977): Towards an analysis of dialogue organization principles. In: IPO Annual Progress Report. 12.
- Bunt, H.C. (1978): Dialogue analysis and speech act theory. In: Gregersen, K. (Ed.) (1978), pp.
- Bunt, H.C./Leopold, F.F./Müller, H.F./Katwijk, A.F. van (1978): In search of pragmatic principles in man-machine dialogues. In: IPO Annual Progress Report. 13.
- Cole, P./Morgan, J.L. (Eds.) (1975): Speech acts, New York. (= Syntax and semantics, Vol. 3.)
- Dahl, O. (Ed.) (1977): Logic, pragmatics and grammar, Gothenburg. (univ., Dept. of Linguistics.)
- Gregersen, K. (Ed.) (1978): Papers from the IVth Scandinavian Conference of Linguistics, Odense.
- Grice, H.P. (1967): Logic and conversation, (Reprinted in: Cole, P./Morgan, J.L. (Eds.) (1975), pp.
- Grosz, B.J. (1977): The representation and use of focus in dialogue understanding, Berkeley, Cal. (Phil. D. Thesis.)
- Katwijk, A.F. van/Bunt, H.C. (1979): Dialogue acts as moves in a language game. Presented at the Annual Meeting of the Dutch Linguistic Society, Amsterdam, January 1979.
- Muller, H.F./Nooteboom, S.G./Willems, L.F. (1978): An experimental system for man-machine communication by means of speech. In: IPO Annual Progress Report. 12.

ELEMENTS OF A DIALOGUE-SYSTEM: ELEMENTS OF A 'COGNITIVE THEORY OF QUESTIONS'?

Dieter Metzger

The title of this contribution needs some explanation: what actually is a dialogue-system? What does a cognitive theory of questions focus upon? In which sense may elements of a dialogue-system be elements of a theory?

In recent research progress has been made in the organization of question-answer-exchanges between a natural and an artificial language user (computer):

- an ongoing question-answer-exchange may be organized between a natural and an artificial language user;
- the context of previous exchanges may be considered if necessary;
- expectations about next steps in a dialogue may be set up.

Systems able to analyze and to generate connected dialogue sequences (and not only isolated question-answer pairs) will be called dialogue-systems'.

Dialogue-systems still suffer from a number of shortcomings, but they are nevertheless interesting because of the formal devices they offer for the analysis and understanding of question-answer processes.

What is the scope of a cognitive theory of questions?

- As to its objects of analysis, are they utterances, sentences, propositions, speech acts, or mental states and activities of a speaker?
- As to the units of analysis, which complex forms of items considered will be analyzed: texts, complex sentences, macro-propositions, sequences of speech acts, belief systems?
- As to the properties of items considered, are they structural properties or properties of processes?
- Which conditions, prerequisites, consequences, results are associated with the items analyzed? Conditions of date? (E.g. truth conditions, presuppositions,...)
- As to the processes involved, are they: recognition processes, planning and problem-solving processes, production processes?
- What kind of problem decomposition is chosen? Syntax/semantic/pragmatic (semiotic decomposition)? Verbal acts/social and physical actions/intensional states (beliefs, goals,...), (action-theoretic decomposition)? Cognitive activities (verbal and non-verbal) / aquisition and manifestation of experience (cognitive decomposition)?

I will consider the object of a cognitive theory of questions to be the question-answering activity of a speaker of a natural language. The use of ambiguous, vague, context-dependent and implicit forms of communication is an important aspect of this activity. A reconstruction of the linguistic and cognitive activities of a speaker acting in a concrete domain is considered to be more important than a reconstruction of properties of question sentences or question acts. Question-answer-sequences should not be analyzed in isolation but as one element of task-oriented dialogues and as part of the activities of speakers cooperating in a task-domain. I propose to consider in more detail how question-answer-sequences can be reconstructed in dialogue-systems.

How can programs of a dialogue-system be elements of a cognitive theory of questions?

A theory is a specific set of propositions. But programs may also be viewed as sets of propositions; program statements can be rewritten as propositions (e.g. as 'if-then' or 'if-then - else' propositions). When these (abstract) program statements receive concrete value assignments they produce concrete objects, e.g. sentences of a certain language. Thus, programs have at the same time properties of a theory and properties of a concrete model of the corresponding theory.

A cognitive theory of questions will have to relate the following "knowledge sources":

- knowledge about the speaker (self and other);
- knowledge about the process of verbal interaction;
- knowledge about the task-domain;
- knowledge about the problem-solving process.

As to the formal tools used in recent natural language processing approaches, there is clearly one convergence: the use of context structures, i.e. the use of hierarchically ordered network structures.

- * **P a r t i t i o n e d n e t w o r k s** (HENDRIX, 1975) have been used for representing intensional states of a speaker, i.e. knowledge, beliefs, wishes associated with speech acts (PERRAULT/COHEN, 1977).
- * **A u g m e n t e d t r a n s i t i o n n e t w o r k s** (WOODS, 1970) have been used for representing knowledge about the process of verbal interaction (Metzing forthcoming).

- **Frame representation language (FRL;** ROBERTS/GOLDSTEIN, 1977), a kind of "augmented semantic networks", a network with special context structures, has been used to represent the knowledge of a task-domain (GOLDSTEIN/ROBERT, 1977).
- **Rule frames** have been designed to guide an ongoing problem-solving process using "framed" blocks of information of a task-domain (ROSENBERG, 1977).

Until now all these four components of a dialogue-system were worked out separately and there is no dialogue-system that combines of all the components mentioned above. But each component covers an important part of the complex question-answering-activity of natural speakers (cf. fig. 1).

In the following section we will consider only two of these components in greater detail: the verbal interaction component and the task-domain component.

1. The verbal interaction component

When the question-answer exchange is analyzed as an activity involving two participants, what are the constitutive elements of this activity? We are used to conceive of sentences as objects that have a more complex structure than 'simple concatenation on just one level'. A problem-solving question-answer exchange can equally be viewed as an object with a more complex structure: there are basic sequences of actions, initial sequences, central sequences and terminating sequences. Each of these sequences is further specified by functional roles: e.g. helper/helpee) and by acts regulating ("negotiating") the distribution of initiative as well as role attribution and the acceptance/non-acceptance of an attributed role. This has been developed in more detail and on the basis of empirical investigations in the so-called conversation analysis (cf. KALLMEYER/SCHÜTZE, 1976; WUNDERLICH, 1976). The claim I would like to make is the following: if it is the case that recurrent types of interaction (e.g. advice giving) may be characterized by recurrent sequences of verbal acts, then one should assume that the regularities observed can be represented in a precise and formal way. One way to do this would be to adapt a very powerful parsing device to the analysis of verbal interaction.

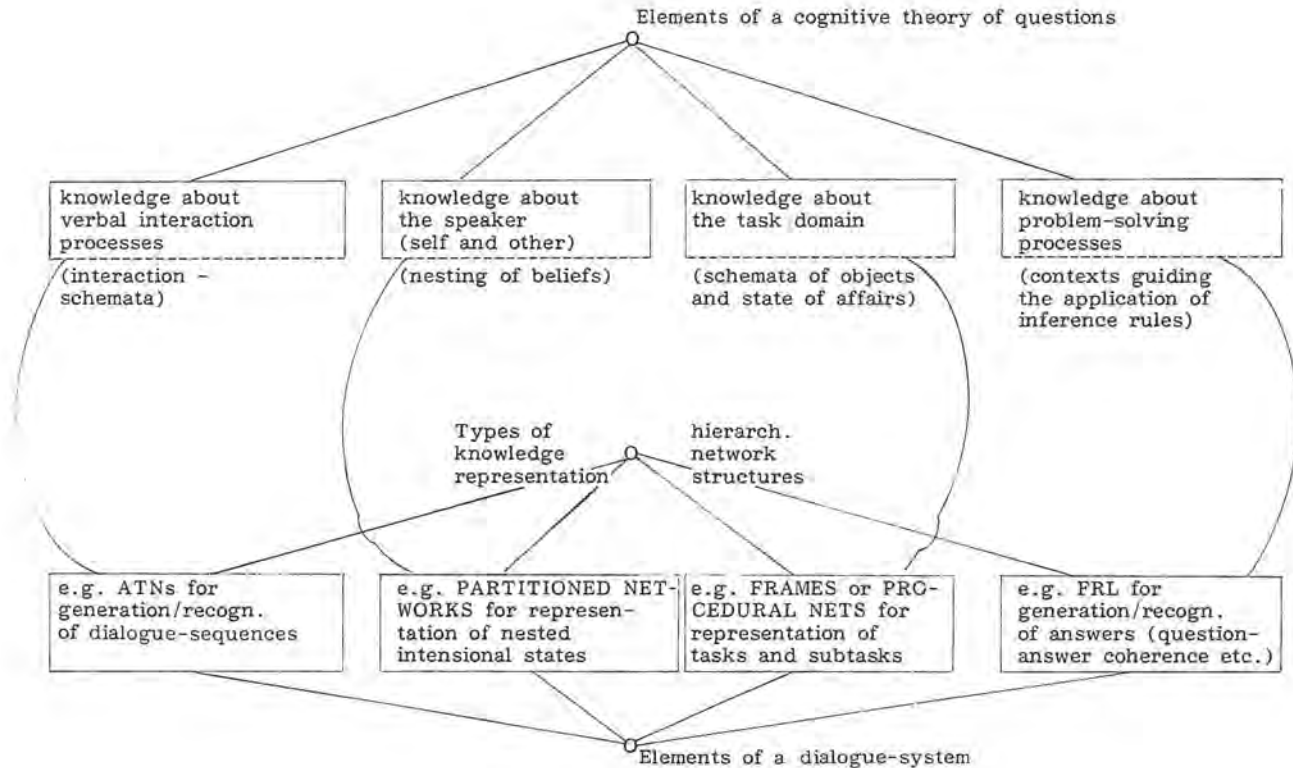


fig. 1

The proposal just made obviously leads to two questions: is it worthwhile to do so and if it is, how might it be implemented? As to the first question, several advantages may be mentioned: the parsing device would not only permit us to represent structural dependencies (as each tree structure would), it also allows the representation of process information. This difference in sequences of acts appearing in concrete dialogue-sequences can be accounted for. It is possible to link 'competence-knowledge' to 'performance-knowledge'. But there is still another aspect of integration: the 'verbal-interaction-parser' may be connected to other components (e.g. syntax-specific or task-domain specific). Thus we approximate a situation we find in concrete question-answer exchanges.

Objections to the position just introduced might arise, for example:

- Building up 'story grammars' has already been tried along the lines of a transformational grammar; these attempts were not very successful. Why repeat this for "dialogue-grammars"?

One answer to this question is the following: there is a fundamental difference between the type of parser (Augmented Transition Network parser) we have in mind and a certain type of grammar: An ATN formalism is a framework for application to different types of grammars, not for a specific one.

- A theory of questions does not have much to do with regularities of a dialogue because there is just one type of verbal act that is analyzed - questions - and not properties of a whole dialogue. If this position is taken there are two things to consider: the act-type of an utterance cannot always be determined on the basis of syntactic properties of an utterance, thus the context may be important. Secondly: if questions are to be paired with answers, the kind of answer may depend upon the function of the question in a certain context. So the exclusion of the context of utterances appears to be too restrictive.
- A third objection might be the following: To recognize speech acts does not mean to look up categories in a lexicon and to combine linguistic features of an input stream as is the case in sentence recognition programs. To recognize speech acts means to combine linguistic features with intensional properties (beliefs, expectations, wants) of the speaker (self and other). This is, in principle, beyond the scope of a parser used for sentence recognition.

Answer: It seems that the problem is a linguistic rather than a representational one: the parser is general enough to use arbitrary kinds of information before passing from one state to another. So linguistic features may be checked from an intensional viewpoint.

Assume for the moment that it is worthwhile to have a short look at representational devices for verbal interactions. These devices are process-oriented and it is claimed that they are relevant tools when a cognitive theory of questions has to be worked out.

2. ATNs as a formal device for verbal interactions

A formal definition of Augmented Transition Networks will not be given here (cf. WOODS, 1970; BATES, 1978; CRISTALLER/METZING, 1979). Instead some examples will be discussed.

When question-answer exchanges are analyzed as part of the problem-solving process it may be the case that they appear at different positions in a dialogue: they may belong to sequences of verbal acts

- initiating such a dialogue,
- stating the problem,
- solving it,
- terminating the dialogue.

In our network representation these sequences correspond to arcs on the first level of the network (cf. fig. 2). Obviously, some sequences may be skipped or repeated, this is indicated by JUMP arcs. Each sequence may be further specified, so there is a subnet for each sequence (second level), and so on. The result is a hierarchy of subnets or context structures. Let us have a look at the first subnet (B/ER-). We have said that subnets may be specified by different roles (attributed and accepted/not accepted) and initiative must also be accounted for. So if the helpee takes the initiative this would correspond to a JUMP from B/ER- to B/ER-1 and to a PUSH into the subnet ASK-FOR-HELP. In the other case there would be a JUMP to B/ER-2 and a PUSH into the OFFER-HELP subnet. Several things may happen when state B/ER-3 is reached: initiative may be passed to the other speaker or not. If it is, there may be a JUMP to a (conditional) REFUSAL or APPROVAL subnet or a JUMP to the next sequence up in the hierarchy (POP). Details of turntaking and recognition strategies can be specified in this framework (METZING *forthc.*) The subnets may be used either for recognition or for generation.

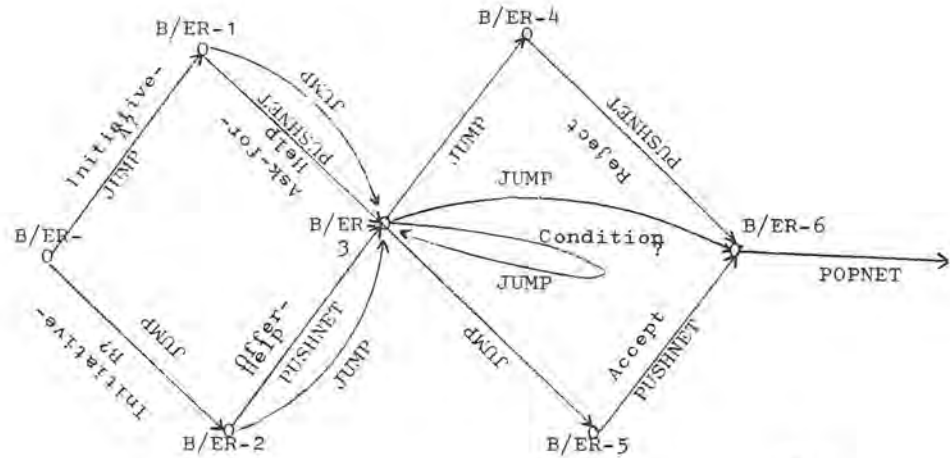
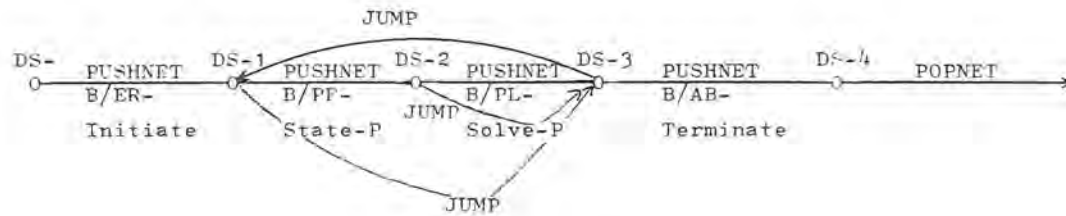


fig. 2

Let us make the following (optimistic) assumption: the use of context devices of natural language processing for question-answer exchanges has been illustrated in sufficient detail. But how can the other, perhaps more important aspect of question-answer exchanges, be handled, namely, the fact that they are connected with properties and relations of a certain world?

3. The domain-specific component

When we observe question-answer exchanges in real dialogues the following observations can be made: questions and answers do not always explicitly express all the information necessary in order to understand the question or the answer. Both, speaker and hearer, make use of shared assumptions and expectations about their problem-solving task. Therefore one has to assume that they have pragmatic ways to avoid complete deduction chains. One of the main goals of research in natural language processing has been the design of representational and organizational devices that correspond to the aspect of question-answer behavior just mentioned. Two subproblems of such designs have been:

- the representation of data,
- the organization of control,

i.e. the structure and process design has been central and obviously these two subproblems are closely connected.

At least some results obtained in this effort should be mentioned here. As to the representational problem one type of representation called 'semantic networks' had been developed (QUILLIAN, 1968). The advantage of this approach was the introduction of a hierarchical structure between items (words, concepts) and the introduction of inheritance relations between items. The advantage was a twofold gain in efficiency: semantic relations were not determined by deduction (e.g. via meaning postulates) but by search in a network; properties of items were represented at the "highest" node possible and then inherited to "lower" nodes, thus avoiding redundancy.

There were several shortcomings as well: on the one hand an empirical one: experiments showed that the "principle of least effort" is rather a general tendency than a law; the optimal hierarchical organization of items is only partially realized (CONRAD, 1972). On the other hand there were semantic shortcomings: the semantic status of the nodes used was not always clearly defined and important distinctions were lacking (WOODS, 1975).

The next step was to have more structured semantics nets, semantic nets subdivided, "partitioned" into subnets. There are several arguments which support this design decision:

- Partitioning offers the possibility to introduce further distinctions necessary for a semantically satisfactory design of a semantic network (HENDRIX, 1975; SCHUBERT, 1975; BRACHMAN, 1978).
- The use of subnets permits us to account for several empirical results: It was found that properties of a concept are to be further distinguished, some are more important and salient than others (MILLWARD et al., 1975), some may be used to describe a 'prototype' of a concept, others may not (ROSCH, 1973, 1974, 1975a, 1975b). So the partitioning may be used for a representation of prototypes.
- The research on prototypes supported a still more elaborated design of subnets: the design of frames. A frame contains information about a prototypical situation, about prototypical properties of an object or a prototypical action sequence.

The following arguments may be put forward in favor of frames:

- Standard properties (of situations, objects, sequences of actions) do not have to be deduced every time, they are given and permit the recognition process to be guided by more powerful expectations.
- Default values may be inserted, i.e. if there is no information to the contrary, in the absence of a specific value a standard value may be taken.
- Procedures may be part of a frame, i.e. very specific procedures can be called up precisely when they are needed. So the frames already activated may be considered to function as a complex pattern for very specific procedures. These procedures may compute values needed or distribute ("dissiminate") values obtained.

Frame-conceptions stress the use of a holistic type of representation: starting from whole structures parts are represented as constitutive elements within the context of these wholes. A global structure defined by certain properties and goals confers a specific ("functional") sense to its constitutive elements, a sense which cannot be determined by an "atomistic" combination of elements.

Frame-conceptions were considerably influenced by research in computer vision (MINSKY, 1975; KUIPERS, 1975) and Gestalt theory. Their influence on linguistics will only be mentioned here (cf. FILLMORE, 1977; LAKOFF, 1977).

As to the shortcomings of a frame-approach two critiques will be mentioned here:

- The semantics of frames are not always clear. HAYES (1979) has shown that the frame-language known as KRL (BOBROW/WINOGRAD, 1977) can be viewed, to a large extent, as a variant of first order predicate logic (with supplementary organizational devices added). But other features such as the use of default values and procedures as part of a frame cannot so easily be accounted for. In the meantime, a new type of semantics has been developed, specially designed for process-oriented frame-representation, languages such as KRL (SMITH, 1978). It is non-tarskian, non-denotational in the sense that properties of processes of a knowledge representation language are central and not properties of objects.
- Frames specify only prototypical properties (of situations, objects, actions), thus other devices are necessary to account for the non-prototypical elements of items (situations, objects, actions). In order to account for this situation frames may be combined with more general reasoning mechanisms (cf. ROSENBERG, 1977; McDERMOTT, 1978).

At the beginning of this section we mentioned two subproblems:

- the representation of data,
- the organization of control.

As to the first subproblems we tried to show that a line of development can be established leading from simple semantic nets to frame representation languages. A similar line could also be traced with respect to the second subproblem. We will not give a detailed overview of this development but it seems useful to point out some important stages here.

One way to solve the control problem would be the following: a general problem-solving mechanism is applied to a pile of propositions until a solution - or rather the concrete limits of a computer - are reached. (Disadvantages: combinatorial explosion; problem-solving mechanisms are too unspecific in some cases; and context restrictions can hardly be handled (HAYES, 1971; CHARNIAK, 1976).

Another way would be to use special programs and to trigger them by special patterns ("pattern-directed invocation" in PLANNER (HEWITT, 1971); 'demon'-approach, e.g. CHARNIAK, 1972). (Disadvantage: it is difficult to recognize standard sequences of actions and to supply standard information missing).

A next step in the attempt to limitate the scope of procedures is to incorporate them into frames (BOBROW/WINOGRADE, 1977; GOLDSTEIN/ROBERTS, 1977). (Disadvantage: how to represent procedures which apply to a combination of frames or to all frames?).

Finally, a more flexible way seems to be a combination of frames and of more general procedures adjusting frames, filling in details according to the requirements of a given situation (McDERMOTT, 1978). Procedures are not attached to units of an object frame, instead there are special "rule frames" guiding in a more general way the application of procedures (ROSENBERG, 1977; FININ et al., 1979).

4. A frame-representation language for domain-specific knowledge

As we have seen in the last section properties of the use of natural language and of problem-solving question-answer exchanges are connected with a number of theoretical issues about the representation of data and the organization of control. We now want to indicate some links between question-answer exchanges and properties of a frame-representation language (FRL, GOLDSTEIN/ROBERTS, 1977). How may these exchanges be analyzed with respect to conventions of FRL? Our examples will also give some hints as to the parsing tasks involved. Details of this parsing process have not yet been worked out by FRL-users, it is an important step which still remains to be done.

The following examples refer to information-seeking/advice-seeking dialogues between a student and a student's adviser, recorded in German at the "Fakultät für Linguistik und Literaturwissenschaft":

- (1) *Ich habe jetzt einen Studienplatz in Englisch. Was soll ich in diesem Semester tun?*

How may an answer to this question be found? What part of a knowledge base is relevant for this question? How are the two sentences of (1) connected?

Obviously, asking a question may be a rather complex act; for important specifications may be associated with the question asked, and who knows how long these specifications may be. Either these specifications may be part of the question or they may be found in the context of the question.

Let us assume that key words trigger special patterns and these patterns trigger frames (generic frames) (cf. METZING, in: CHRISTALLER/METZING). As a result of this pattern-matching (1) will be associated with the following information:

SPEAKER IS A STUDENT, SPEAKER JUST BECAME A STUDENT,
PROBABLY A STUDENT OF THE LILI-FAKULTAT, PROBABLY A
STUDENT WITH MAJOR ENGLISH, SPEAKER WANTS INFORMATION
ABOUT STUDY REQUIREMENTS, TIME PERIOD: FIRST SEMESTER,
MAJOR: ENGLISH.

(Compare what has been said to what has been understood.) A system able to take (at least in some cases) the role of a student's advisor would have to make decisions such as: does the question asked involve the knowledge it is endowed with; which parts of the knowledge base are involved? Is the question specific enough to look for an answer? If not, what kinds of specifications have to be asked for?

In order to illustrate in which way "framed" information may be useful for question-answer exchanges, take the examples given in fig. 3. There is a frame, called STUDENT. It consists of several slots (NAME, FACULTY, ...). A slot expects a slot-filler, so it is associated with:

either a type-specification (e.g. the element filled in must be a number or an element of a list, etc.),
or a name of another frame,
or a default-value (LILI-FAK), which may be a name of another frame. (For more details about the representation language see ROBERTS/GOLDSTEIN, 1977.)

The information given at slot-filler position may be used either for (semantic) type-checks or for an activation of another frame-context or for an insertion of a standard piece of information which has not been mentioned by the speaker. In order not to interrupt the parsing process a default value will be taken until further notice.

If a specification expected by the STUDENT frame has not been given, and if the specification is needed, a procedure attached to the corresponding slot would be activated.

The main use of the (generic) STUDENT-frame is to instantiate individual frames, in our case for example:

| | |
|----------------|----------|
| STUDENT | A0044 |
| FACULTY | LILI-FAK |
| MAJOR | ENGLISH |
| YEARS-OF-STUDY | NIL |

Thus individual objects are described according to the prototypical properties of a generic frame and according to the information found in an utterance.

As to the example (1) some tasks of the parsing component have already become evident: map the information transmitted by the first statement onto elements of a frame-system which instantiates an individual frame. The first statement is quite important, it "sets the context" for the question asked afterwards. How will this question be handled by a frame-system?

Assume that there is a frame called STUDY-REQUIREMENTS consisting of several slots such as PERIOD, COURSES, CREDITS, for some requirements concern time periods (cf. fig. 5), others concern courses to attend or credits to be obtained. The frame STUDY-REQUIREMENTS should meet the following criteria:

- (a) The requirements asked for may concern different parts of STUDY PLAN (cf. fig. 4);
- (b) a procedure FIND-STUDY-PERIOD must be flexible enough to handle the following kinds of specification:

```

( STUDENT
( AKO      ( $ VALUE      ( PERSON )))
( NAME     ( $ VALUE      ( ( LIST OF ATOMS ))))
( FACULTY  ( $ VALUE      ( ( ELEMENT-OF-FACULTYLIST )))
           ( $ DEFAULT    ( LILI-FAKULTAT )))
( MAJOR    ( $ VALUE      ( ( ELEMENT-OF-MAJORLIST-LILI )))
           ( $ IF-NEEDED  ( ( ASK ) ( TYPE : REQUEST )))
( MINOR    . . .
( YEARS/STUDY ( $ VALUE ( NUMBER))) )

```

fig. 3

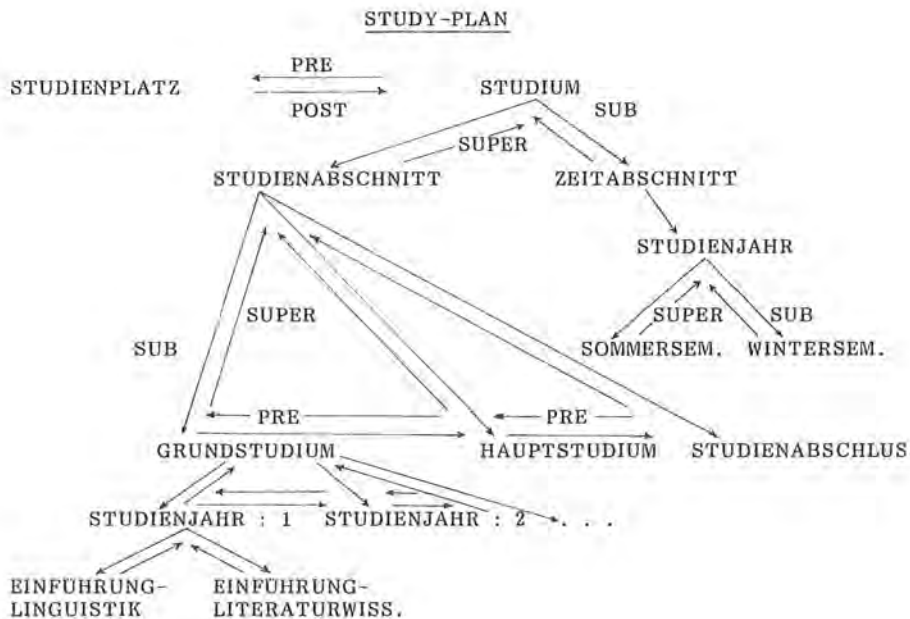


fig. 4

Ich bin jetzt am $\left\{ \begin{array}{l} \text{Anfang} \\ \text{Ende} \end{array} \right\}$ meines $\left\{ \begin{array}{l} n^{\text{ten}} \left\{ \begin{array}{l} \text{Semesters} \\ \text{Studienjahres} \end{array} \right\} \\ \text{Grundstudiums} \\ \text{Hauptstudiums} \end{array} \right\}$

Was soll ich $\left\{ \begin{array}{l} \text{dieses Semester} \\ \text{im } m^{\text{ten}} \text{ Studienjahr} \end{array} \right\}$ tun?

In order to determine the time period the speaker is interested in, this procedure could sometimes take the first element of the utterance matching STUDY PLAN but as the example above shows this would in other cases be quite unacceptable.

As to the value of the next slot, COURSES, this value depends on the value associated with PERIOD. So the procedure attached to COURSES calls another procedure which will obtain precisely that value (or which will activate FIND-STUDY-PERIOD if there is no such value). FIND-STUDY-PERIOD uses the hierarchy of STUDY-PLAN and determines a certain period. FIND-COURSE checks the endpoints of this hierarchy looking for an indication of courses. Then there is another hierarchy allowing for less specific or more specific answers, e.g. *you should attend*:

- introductory courses and special language courses;
- either an introduction to linguistics or an introduction to literary studies and special language courses;
- either an introduction to linguistics which will take place at ... and consist of ...
or an introduction to literary studies which will take place at ... and consist of ... (cf. fig. 5b).

The application of very specific procedures exactly where they are needed may be pointed out once more: special conditions hold for these introductory courses, namely both are obligatory, they can only be chosen once and in an arbitrary order. So a procedure CHECK-INTRODUCTION must be called before an introductory course can be proposed. (On the other hand these conditions hold for other courses as well, so it would be more convenient to have rule frames which specify procedures applying to a number of frames.)

Example (1) illustrated the following properties of frames:

- they permit the use of limited "pieces of knowledge" grouped together in a context. Such a context-structure may be used, for example, in order to establish focus, coherence, to set up expectations, or to supply information missing;
- They permit the combination of contexts, so instead of deducing more specific properties of an object these properties can be found by search;
- they permit the use of defaults and special procedures, so properties can more easily be found than by a general deduction.

5. Frame-representation language and the analysis of dialogue exchanges

Some more technical aspects of frames - namely the use of defaults - will be discussed in the next section. Let us at first consider the frame approach from another point of view.

Question-answer exchanges and dialogue exchanges may be analyzed with respect to their consequences for a certain frame system: existing frames and procedures are examined and, if necessary, modified or new ones are created. But there is also another direction of analysis: elements of a frame-system can be used as tools for a better understanding of processes implied by the question-answer exchanges. So dialogue exchanges are not viewed as a "front end", to be replaced as quickly as possible by frame instantiations. On the contrary, dialogue exchanges themselves and their elucidation is of prime interest. The frame-representation language is viewed as a tool used for describing and explaining what happens during these exchanges. Let us illustrate this point of view by some examples (cf. fig. 6).

- Speaker-A : *Ich habe jetzt einen Studienplatz in Englisch.*
 (Example 1) *Was soll ich* $\left\{ \begin{array}{l} \text{in diesem Semester tun?} \\ \text{im nächsten} \\ \text{im ersten} \end{array} \right.$
- Speaker-B : *Hast Du schon das Informationsblatt der Fakultät?*
 (Example 2)
- ⋮
- Speaker-A : *Ich möchte mit dem Grundstudium beginnen.*
 (Example 3) *Ich habe eine positive Antwort der ZVS.*
- ⋮
- Speaker-A : KOMME ICH NOCH IN DIE SPRACHPRAKTISCHEN
 (Example 4) VERANSTALTUNGEN HINEIN? SIND DA NOCH
PLÄTZE FREI?
- Speaker-B : DIE PLÄTZE SIND BEGRENZT WEIL DIE VERAN-
STALTUNG IM SPRACHLABOR STATTFINDET
- Speaker-A : WANN LÄUFT DIE VERANSTALTUNG?
- Speaker-B : DAS WEISS ICH NICHT. ES GIBT EIN SCHWARZES
 (Example 5) BRETT IN C3 FÜR DIE VERANSTALTUNGEN. DORT
SIND ALLE VERANSTALTUNGEN AUFGEFÜHRT.

fig. 6

Example 1: The speaker states that a precondition for university studies has been fulfilled. He refers to the next step in a logically ordered sequence of acts (cf. PREcondition and POSTcondition arcs of STUDY-PLAN). This is an aspect of coherence which may be represented by PRE- and POSTarcs. Apparently the speaker assumes that the indication of a major/minor or of a period of study are important elements for the answer. These indications reduce the region of search when an answer has to be found. It might also be said: the speaker preconstructs the answer. A speaker may give all, some or no indications useful for the construction of the answer and these specifications may be given before or after the question has been asked, or they may be part of the question sentence itself.

Example 2: The speaker uses two defaults: 'Informationsblatt' is supposed to mean: the faculty's official bulletin about study requirements; and 'Fakultät' means 'Fakultät für Linguistik und Literaturwissenschaft, Universität Bielefeld'. The use of these defaults reveals assumptions made about information known by the addressee. Definite descriptions are used quite naturally without a preceding introduction of their reference.

Example 3: Another way to make assumptions about information known by the addressee is a suppression of links between frames. As to this example: 'Grundstudium' is an element of 'Studium' (cf. STUDY-PLAN); 'Studium' is a prerequisite of 'Studienplatz'; 'Studienplatz' is a prerequisite of 'ZVS' (Zentrale Studienplatzvergabe).

When these links are established the two utterances can be shown to be coherent and not "free associations".

Example 4: Speaker A may want to adapt his answers to the knowledge state of the addressee. There are two strategic considerations: He may use defaults and suppress links between frames in order to test the knowledge state of the addressee or he may do so only as a result of some positive evidence. Such evidence, for example the questions asked by speaker B, may show that speaker B has knowledge of relevant prerequisites as in the case of this example.

Example 5: This example is a quite common application of "procedural attachment"; speaker A does not know the answer, but he knows a procedure for getting the answer. In the dialogue situation he is not in a position to execute this procedure immediately, so he only states it and lets speaker B execute it later on.

In fact, it appears that the reasoning we ordinarily carry out in question-answer exchanges or in dialogue exchanges is in part translated into dialogue-processing programs or frames.

6. Default reasoning

It was said that incompleteness is an important feature of question-answer exchanges as they occur in task-oriented dialogues in a natural language. A question-answer exchange may be incomplete for different reasons: Important elements of a question or an answer were specified in the preceeding dialogue-exchanges or this will be done in succeeding exchanges. Or important elements of a question/an answer were tacitly understood by the participants. A formalism used for a reconstruction of this kind of reasoning should fulfil several requirements:

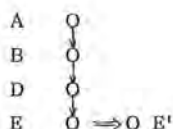
- The formalism should complete incomplete question-answer exchanges and introduce information tacitly understood carrying out some kind of "plausible reasoning";
- succeeding utterances may contradict assumptions introduced by plausible reason; then these assumptions and consequences based on them will have to be removed.

That means: the formalism should be in a position to complete incomplete information (a problem of knowledge about a subject matter); it should be in a position to find the relevant information (a problem of knowledge organization, search or deduction); it should be in a position to detect an inconsistency between assumptions made and information explicitly stated (a problem of consistency of a data base); it should be in a position to remove consequences made on the basis of assumptions which turned out to be not justified (a problem of explicit control of reasoning). Let us consider these requirements in more detail.

We will first present a short example, then aspects of default reasoning and of first-order logic reasoning will be compared. Suppose a student has some knowledge about courses as illustrated in fig. 7. How may he use this knowledge to supply information missing?

- a) Assume he comes to know that he will have to attend a course called ENGLISCHE-PHONETIK/PHONOLOGIE (E). Knowing that the contexts (FRL-frames) A - E are connected by a "A-KIND-OF-relation" ("is-a" relation or superset/subset relation) prior registration (VORANMELDUNG). He knows that a course of type E inherits properties of a course belong-

ing to type B. The speaker could supply information by relying on standard information represented in hierarchically connected structured contexts. See the fig. below.



A particular course of type E, E', inherits properties of the contexts "above".

- b) The speaker may compare what is known about a certain object with properties it is supposed to have ("prototypical reasoning"); he will then look for information missing. In terms of the "frame-metaphor" this means for example: the speaker has "instantiated" E, a course he is supposed to attend. Though he has no further information yet, he may expect that this course will be further specified by indications of TIME, TYPE and REGISTRATION NUMBER and that these specifications will be roughly an interval, an element of TYPE-LIST and an integer respectively (cf. E).

Instantiation of a generic frame is only one way to specify a concrete object. A more sophisticated use of a frame-system would be the description of an object for a certain task or purpose, e.g. an instantiation of C (cf. fig. 7) could equally contain certain inferred items:

LEXIK A0013

TYPE III

PLACE 3. Stock (SOURCE: DEFAULT)

The PLACE-slot is filled here by 'default inheritance'. Or take another example, an object could equally be described in contrast to another object: an instantiation of C could, for example, be described in contrast to B:

LEXIK A0013

TYPE III

COURSE (COMMENT: KEIN PREREQUISITE: VORANMELDUNG)

But such an application remains still to be worked out.

```

A) ( LEHRE-SPRACHENZENTR.
    ( AKO          ( $ VALUE    ( LEHRVERANSTALTUNG )))
    ( PLACE        ( $ DEFAULT  ( STOCK-3 )))
    ( COURSES       ( $ VALUE    ( (LEXIK)
                                   :
                                   ))) )

B) ( LEHRE-SPRACHLABOR
    ( AKO          ( $ VALUE    ( LEHRE-SPRACHENZENTR. )))
    ( COURSES       ( $ PREREQUISITE ( VORANMELDUNG ))
                   ( $ VALUE    ( (PHONETIK/PHONOLOGIE)
                                   :
                                   )))
    ( PLACE        ( $ REQUIRE   ( PARTERRE ))) )

C) ( LEXIK
    ( AKO          ( $ VALUE    ( LEHRE-SPRACHENZENTR. )))
    ( TYPE         ( $ VALUE    ( (ELEMENT-OF-TYPLISTE) )))
    )

D) ( PHONETIK/PHONOLOGIE
    ( AKO          ( $ VALUE    ( LEHRE-SPRACHLABOR )))
    )

E) ( ENGLISCHE-PHONETIK/PHONOLOGIE
    ( AKO          ( $ VALUE    ( PHONETIK/PHONOLOGIE )))
    ( REGISTR.NO   ( $ VALUE    ( ZAHL ) ))
    ( TIME         ( $ VALUE    ( INTERVAL) ) )
    ( TYPE         ( $ VALUE    ( (ELEMENT-OF-TYPLISTE) ))) )

```

fig. 7

- c) The speaker could figure out that a course of type C belongs to type A, not to type B and that it will "normally" be held on the 4th floor - if there is no information to the contrary (default).
 This default assumption will not be made in the case of a course of type E: the PLACE-requirements in B will override the default value,

d) The use of defaults requires specific control devices, and this for several reasons:

- Defaults should be used only "if there is no information to the contrary" - this obviously introduces an inference problem. E.g. take the following utterance:

DER KURS "LEXIK" FINDET IM RAUM 110 STATT NEBEN DEM RAUM
FÜR PHONETIK/PHONOLOGIE-KURSE.

Cf. fig. 7: as a result of an analysis of this utterance an instantiation of C will be set up. The speaker did not mention the floor of the room 110, at least not in a way which could be handled by simple search. So the default value of A might be taken - though there is information to the contrary. For according to fig. 7 courses in phonetic/phonology take place in the language laboratory situated on the 1st floor, and room 110 is said to be next to it. In a strict sense, a default should be associated with a number of procedures (heuristics) useful in order to infer the value in question. (This has not yet been done in frame-systems developed so far.)

- Information to the contrary could be found in the succeeding utterance, perhaps at quite a distance from the utterance which caused the "default problem". E.g.

DER KURS "LEXIK" FINDET IM RAUM 110 STATT. ER BEFINDET SICH
NEBEN DEM RAUM FÜR PHONETIK/PHONOLOGIE-KURSE.

On the basis of the information of the first utterance, the use of the default value in question is justified. But it is not justified on the basis of the information of the two utterances. So besides very specific inference procedures we need procedures which keep track of the consequences based on the introduction of a default value will have to be removed later on.

The use or removal of a default value depends directly on a certain knowledge state at a certain time.

7. Default reasoning and first order logic

When question-answer exchanges occurring in a task-oriented dialogue are to be reconstructed in a formal way then the organization of inference-processes becomes an important issue. One type of organization proposed are specially structured contexts, 'frames'. Viewed from formal logic, certain types of frames proposed (e.g. in KRL or FRL) are essentially a peculiar way to organize properties. Cf. fig. 7. Instead of writing IS-TITLE-OF (LEXIK-A0070, "FACHWORTSCHATZ")

we have the following: there is an instantiation of a generic frame called LEXIK with a slot TITLE and a slot filler:

```
LEXIK-A0070  
TITLE      "FACHWORTSCHATZ"
```

But viewed from frame-conceptions, "piles" of properties and propositions without any further task-oriented or processing structure are also a peculiar kind of organization. The role of both approaches may be characterized as follows:

In one field properties of axiomatic systems and of sets of (declarative) propositions are examined; verification and proofs of correctness of hypotheses or of results obtained are central. In the other field properties of processing systems and of types of processes and procedures are examined; processing strategies and heuristics in situations of incomplete knowledge of a domain are central.

Continuous reciprocal criticism between both approaches seems very desirable. Frame-approaches, as for example KRL or FRL, combine several principles:

- Declarative forms of representation are part of a frame, a logical feature. Note that KRL-representations may be translated, to a large extent, into formal logic ones (HAYES, 1979);
- processing devices (defaults and procedures (e.g. PLANNER-like theorems) are part of a frame;
- cognitive considerations, e.g. the grouping of properties to represent prototypes or stereotypes.

Defaults are introduced according to processing requirements. Defaults could not be integrated into a first order logic. Defaults may only be used if there is no information to the contrary; this condition would be expressed in a rule about deducibility which would not be a rule of first order logic.

It has been observed (REITER, 1978) that default reasoning (i.e. question-answer exchanges which use the default-condition "if there is no information to the contrary") has a wider application than mentioned so far. Because these applications are connected with the use of declarative and procedural knowledge of a frame-system they will be considered here.

Default reasoning and the use of declarative forms of representation

As has been pointed out by REITER (1978) the use of "is-a" hierarchies in semantic nets (or frames) is a kind of default reasoning. Consider the example in fig. 7. In order to determine whether a course belongs to the list of courses of the language center and/or to the list of courses of the linguistics department, the frames "above" that course-frame are searched (following the AKO-links). If there is no path between a course and one of these institutions then the answer is assumed to be a negative one, for "there is no information to the contrary". In this case, negation is implicitly (or procedurally) represented.

REITER compared the use of "is-a" hierarchies to a first order logic representation pointing out the following differences:

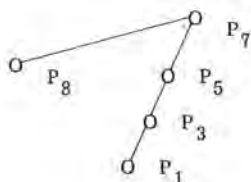
- A path between properties is not established in advance but has to be found (in an unstructured "pile" of properties);
- negation has to be represented explicitly - a device applicable only in relatively restricted domains (e.g. imagine a schedule which mentions the places served by a certain railway line as well as those not served by that line).

$P_3 \supset P_5$

$P_8 \supset P_7$

$P_1 \supset P_3$

$P_5 \supset P_7$



Default reasoning and procedural forms of representation

REITER observed that default reasoning is also applied in cases where a procedural representation of knowledge is used. Changing situations cause serious problems for a declarative representation (HAYES, 1971). E.g., an action will generally change only some properties of some objects of a domain but not all objects. Again, if negation is represented explicitly all the properties of objects not affected by the action will have to be represented. In a procedural type of representation it is established in advance which properties of which objects will be affected and it is assumed by default that these procedures will leave all other properties of objects unaffected. So if it cannot be determined that a certain procedure modifies a certain object then it is assumed that the object will be unaffected by a certain action. (For an application of this principle to frames see CHARNIAK, (1977).)

One of the most difficult problems of default reasoning remains the removal of conclusions made by a default assumption because of incomplete knowledge, an assumption probably to be corrected at a later point in the dialogue. Consider the following example: (assume that FAKULTÄT in the question below is specified by a default in the sense FAKULTÄT FÜR LINGUISTIK UND LITERATURWISSENSCHAFT and FAKULTÄT FÜR SOZIOLOGIE respectively)
HAST DU SCHON DAS INFOBLATT DER FAKULTÄT? -

JA. ZWAR FEHLEN MIT ALS STUDENT IM GRUNDSTUDIUM DIE ANGABEN
ÜBER DIE EINFÜHRUNGSVERANSTALTUNGEN, ABER SONST STEHEN IM IN-
FOBLATT DER FAKULTÄT FÜR SOZIOLOGIE VIELE INFORMATIONEN.

Solutions to this problem may be expected from a combination of frame conceptions with logical methods controlling the consistency of a data base in a context of changing beliefs (DOYLE, 1978; McALLESTER, 1978).

REFERENCES

- Bates, M. (1978): The theory and practice of augmented transition network grammars, in: Bolc, L. (Ed.): Natural language communication with computers, Berlin, pp. 191-259.
- Bobrow, D./Winograd, T. (1977): An overview of KRL, a knowledge representation language, in: Cognitive science 1, pp. 3-46.
- Brachman, R. (1978): A structured paradigm for representing knowledge, Cambridge/Mass. (= BBN-Report 3605.)
- Charniak, E. (1972): Toward a model of children's story comprehension, Cambridge/Mass. (= MIT Artificial Intelligence Laboratory AI-TR266.)
- Charniak, E. (1976): Inference and knowledge, in: Charniak, E./Wilks, Y. (Eds.): Computational semantics, Amsterdam, pp. 129-155.
- Charniak, E. (1977): A framed PAINTING: on the representation of a common sense knowledge fragment, in: Cognitive science 1, pp. 355-394.
- Christaller, Th./Metzing, D. (Eds.) (1979): Augmented transition network - Grammatiken, Vol. I. II., Berlin.
- Conrad, C. (1972): Cognitive economy in semantic memory, in: Journal of Experimental Psych, pp. 149-154.
- Doyle, J. (1978): Truth maintenance systems for problem solving, Cambridge/Mass. (= MIT AI Lab. Tr-419.)
- Fillmore, Ch. (1977): Scenes-and-frames semantics, in: Zampolli, A. (Ed.): Linguistic structures processing, Amsterdam, pp. 55-81.
- Finin, T./Goodman, B./Tennant, H. (1979): JETS: Achieving completeness through coverage and closure, Urbana/Ill. (= Coordinated Science Laboratory, Memo.)
- Goldstein, I./Roberts, B. (1977): NUDGE, a knowledge-based scheduling program, in: IJCAI, pp. 257-264.
- Hayes, P.J. (1971): A logic of actions, in: Machine Intelligence 6, pp.495-520
- Hayes, P.J. (1979): The logic of frames, in: Metzing, D. (Ed.): Frame conceptions and text understanding, Berlin, pp. 46-61.
- Hendrix, G.G. (1975): Expanding the utility of semantic networks through partitioning, in: IJCAI, pp. 115-121.
- Hewitt, C. (1971): Procedural embedding of knowledge in PLANNER, in: IJCAI, pp. 167-182.
- Kallmeyer, W./Schütze, F. (1976): Konversationsanalyse, in: Studium Linguistik 1, pp. 1-28.
- Kuipers, B. (1975): A frame for frames: representing knowledge for recognition, in: Bobrow, D.G./Collins, A.M. (Eds.): Representation and understanding, New York, pp. 151-184.
- Lakoff, G. (1977): Linguistic gestalts, in: Proceedings of the Chicago linguistic society (CLS) 13, pp. 236-287.
- McAllester, D. (1978): A three valued truth maintenance system, Cambridge/Mass. (= MIT AI Lab. Memo 473.)

- McDermott, D. (1978): Planning and action, in: *Cognitive Science* 2, pp. 71-109.
- Millward, R.B./Rice, G./Corben, A. (1975): Category production measures and verification times, in: Kennedy, A./Wilkes, A.: *Studies in long term memory*, London, pp. 219-252.
- Minsky, M. (1975): A framework for representing knowledge, in: Winston, P. (Ed.): *The psychology of computer vision*, New York, pp. 211-277.
- Metzing, D. (1981): Zur Entwicklung prozeduraler Dialogmodelle, in: "Dialogmuster und Dialogprozesse", Hamburg.
- Perrault, C.R./Cohen, P.R. (1977): Planning speech acts, Toronto. (= Dept. of Computer Science, Memo 77-1.)
- Quillian, M.R. (1968): Semantic memory, in: Minsky, M. (Ed.): *Semantic information processing*, Cambridge/Mass.
- Reiter, R. (1978): On reasoning by default, in: *Theoretical issues in natural language processing - 2*, pp. 210-218.
- Roberts, F./Goldstein, J. (1977): *The FRL manual*, Cambridge/Mass. (= MIT-AI Memo 409.)
- Rosch, E. (1973): On the internal structure of perceptual and semantic categories, in: Moore, T.E. (Ed.): *Cognitive development and acquisition of language*, New York, pp. 111-144.
- Rosch, E. (1974): Universal and cultural specifics in human categorization, in: Brislin, R./Loner, W./Bochner, S. (Eds.): *Cross-cultural perspectives*, London, pp. 177-206.
- Rosch, E. (1975a): Cognitive representation of semantic categories, in: *Journal of Experimental Psych.* 104, pp. 192-233.
- Rosch, E./Mervis, C. (1975b): Family resemblances: studies in the internal structure of categories, in: *Cognitive Psychology* 7, pp. 573-605.
- Rosenberg, S. (1977): *REPORTER: An intelligent noticer*, Cambridge/Mass. (= MIT-AI WP-156.)
- Rosenberg, S. (1978): *Understanding incomplete worlds*, Cambridge/Mass. (= MIT-AI Memo-475.)
- Schubert, L.K. (1975): Extending the expressive power of semantic networks, in: *IJCAI-1975*, pp. 158-164.
- Smith, B.C. (1978): Levels, layers and planes, a framework of a knowledge representation semantics, Cambridge/Mass. (= MIT-Thesis.)
- Woods, W.A. (1970): Transition network grammars for natural language analysis, in: *CACM* 13, pp. 591-606.
- Woods, W.A. (1973): An experimental parsing system for transition network grammars, in: Rustin, R. (Ed.): *Natural language processing*, New York, pp. 111-154.
- Woods, W.A. (1975): What's in a link: foundations for semantic networks, in: Bobrow, D.G./Collins, A. (Eds.): *Representation and understanding*, New York, pp. 35-82
- Wunderlich, D. (1976): *Entwicklungen der Diskursanalyse*, in: *Studien zur Sprechaktttheorie*, Frankfurt.

Uwe Hein

1. Introduction

In recent publications on natural language dialogue systems the authors often mention or presuppose the inadequacy of question answering systems¹ and claim that more intelligent systems have to be developed. Since we may be interested in question answering systems for very different reasons (e.g. as a model of human communication or as a software package for database access), the notion of 'inadequacy' is too unspecific when used within such a general statement. What does such a statement imply? Could it mean that further occupation with question answering systems is completely meaningless?

In my opinion it is necessary to distinguish several issues and claims when talking about the inadequacy of question answering systems. Only if we specify what we want to use a system for and what kind of behaviour we are willing to accept from it, a discussion about inadequacy becomes meaningful.

There are certainly only few people who regard a question answering program as an adequate model of human communication. Linguistic and psychological evidence overwhelmingly refutes such a thesis. On the other hand, there are many people who believe that question answering programs are useful (this is now a different concept) as interfaces to software packages such as databases, library programs, or simulation programs. If we want to prove or disprove this claim, we have to investigate the kind of language behaviour we can expect from a question answering system and in which situations such a behaviour could be sufficient.

Finally, if there is reason to doubt even the usefulness of question answering programs, and we agree that systems with more powerful conversational performance are needed, there still remains the question, if and how such systems can be obtained. Can we augment question answering programs step

by step until they can handle sophisticated conversations? Is it at all possible to go beyond question answering when we are interested in realistic systems (e.g. for database access)? Will the price which we have to pay for those pragmatic computations, extensively needed in dialogue systems, be worth the increase of the quality of the dialogues?

2. Relationship between system organization of a question answering program and its conversational behaviour

A question answering program (QA) could be characterized as a computer-program which maintains or has access to a collection of data on a certain domain, in which a user might be interested². Furthermore, it is essential that the program accepts requests in a natural language, such as English, and that it provides its answers in that language. Sometimes, however, it is more appropriate to provide answers in form of tables, curves, or graphics.

The following example, taken from WOODS (1977), illustrates what a typical interaction with a QA-program looks like.

```
user:    HOW MANY BRECCIAS CONTAIN OLIVINE
lunar:    5

user:    WHAT ARE THEY
lunar:    S10019
          S10059
          S10065
          S10067
          S10073

user:    DO ANY SAMPLES HAVE GREATER THAN 13 PERCENT
          ALUMINIUM
lunar:    YES
```

Besides some opening and terminating sequences such a conversation³ consists of a sequence of question-answer pairs, where the user asks a question and the system provides an answer to it. This organization of conversational behaviour is closely related to the internal organization of a question answering program.

When designing a question answering system (or any complex computer program for that matter) we have to make some important decisions. We have to decide from which modules we want to build up our system and, furthermore, how we want to control the activities of those modules. The organization of control should be concerned with a method for deciding which module should get activated when, and how information can be passed between those modules. I will refer to this complex of questions as system organization.

Let us for the sake of discussion assume that we have the following procedures at our disposal.

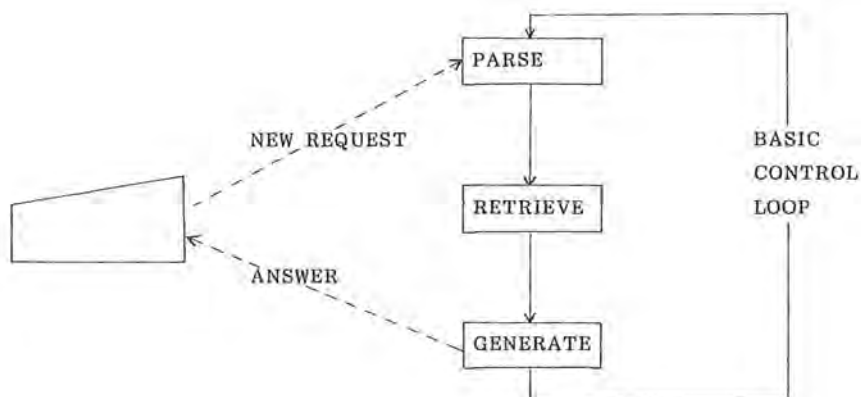
PARSE(): reads a request from a terminal and translates the request into an internal representation.
RETRIEVE(X): retrieves data according to description X.
GENERATE(X): transforms its input X into an appropriate answer.

Since I am only concerned with control issues in the following discussion, I will disregard any irrelevant technical sophistications such as paraphrase generation, or conditioned retrieval on the result of paraphrase acceptance etc.

With the help of the above set of procedures we could construct a simple QA-system, which in a LISP-like language could be defined as:

```
(QA-SYSTEM
  (LAMBDA NIL
    (PROG (X)
      LOOP
        (SETQ X (PARSE))
        (SETQ X (RETRIEVE X))
        (GENERATE X)
        (GO LOOP))))
```

Alternatively, the same system could be depicted by the following flowchart:



Basically, I have decomposed the QA system into three modules, which I called PARSE, RETRIEVE, and GENERATE. The flow of control is sequentially organized, i.e. for every procedure which might get activated there exists exactly one successor to which control will be passed as soon as processing of the procedure terminates.

Furthermore, it is exactly determined how procedures get supplied with their input information. When activated PARSE will read a request from the terminal, RETRIEVE will always be supplied with the result of PARSE, and GENERATE will finally receive the result of RETRIEVE as input argument⁴. The effect of the execution of a module can simply be described in terms of input, side-effects and returned values.

The success of the decomposition proposal depends on the matter to what extent interactions between the modules can be minimized. If, for example, the PARSE as well as the RETRIEVE module would for their processing depend on an extensive usage of domain knowledge, the proposed organization would fail, or become rather inefficient.

To avoid misunderstandings I would like to stress once more that I do not discuss the capacity of a linguistic processor, nor the difficulties of designing a language for the internal representation. My only concern is the question, how system organization of a question answering program and its conversational behaviour are related.

Of course, we could extend our model easily, allowing the processing of statements and commands as long as they are recognizable with the help of grammatical information only, i.e. without reference to the context of the discourse or to knowledge about the conversational setting.

Furthermore, whenever difficulties are encountered during processing, the system could interact with the user in order to gain more information or to clarify ambiguities. These interactions look then like inserted sequences, in which the user responds to the system's prompting question⁵.

?? Which Skyhawks logged less than 10 hours

QAS: Please enter a specific time period:

?? between Jan 1 and June 1 73

QAS: I don't know the meaning of June, perhaps it's misspelled?

?? July

QAS: ok

QAS: (answers question)⁶

As we have seen from the preceding discussion, two properties of question answering programs are remarkable and should be summarized here:

- 1) It is very easy (and in some cases unnecessary) for a QA-system to compute the communicative function of an utterance, because the QA-program accepts only a very limited set of communicative functions.
- 2) It is very easy for a QA-program to decide what to do next, because it is equipped with a very limited set of response patterns which get triggered by the user's input.

Property (2), that the system organizes its behavior as immediate responses to a user's action is very typical and a critical point in our discussion. I will therefore use the term 'reactive systems' to designate computer systems that respond to a user's actions with the help of a very limited number of behavioural patterns; those systems are always driven by the user's current input⁷.

If the QA system always reacts to a user's input then the user has to be the driving force in the conversation: he holds initiative. This combination explains the relative success of QA-systems in language understanding research.

If one of the participants has very particular expectations and states them strongly whenever he speaks, and if the other always responds in such a way as to meet the expectations conveyed, then the initiative remains with the first participant throughout. The success of interactive computer systems can often be traced to the skill with which their designers were able to assure them such a dominating position in the interaction (BOBROW et al., 1977, p. 156).

It should be noted, however, that properties (1) and (2) are limitations which, on the other hand, facilitate the construction of natural language question answering programs. Such question answering programs can be useful, if one can accept their rigid behaviour patterns.

In the next section of my paper I will consider some cases where pure question answering systems are inadequate or useless, because of their poor conversational performance.

3. Limitations of QA-systems

Question answering, as I have described it above, may be a more convenient means of retrieving data from a database than the use of a formal query language. Furthermore, this may be the only realistic approach for the construction of practical systems today.

Nevertheless, question answering in the sense described above is a restricted means of communication as compared with natural conversations between humans. For the first, we have the main problem that, even in the narrow minded world of computers and computing systems, there exist several other "language games" between humans and a machine than information retrieval. Programs which teach programming languages, programs that can advise and help users with problems at a certain installation, programs that function as assistants for expert humans (the shared task paradigm) etc. In all of those examples conversations (or interactions) get necessarily more complex than sequences of questions and answers².

But even if we stay within the very restricted domain of information retrieval, a question answering program may be confronted with problems that are difficult to handle with:

- contrary to our assumption that the user is the active part of an interaction, who knows exactly what to ask next and how to structure the interaction, it might for certain reasons happen that s/he gets helpless and bewildered. In such a situation the system should be able to take over initiative from the user and to dominate the conversation until s/he knows how to continue (in the normal "question answering situation" the user will in those cases usually shift to the next question, forgetting about the problems which motivated him to ask his question).

- even in such a restricted environment as information retrieval people will probably use more types of speech acts than questions, statements and commands. Furthermore, not even these acts can be mapped onto the linguistic categories interrogative, declarative and imperative clause only by means of linguistic information. The computation of communicative functions is, however, hardly possible without a conversational context.

- often questions in which a user might be interested are so complex that it is very difficult to express them with a simple interrogative clause. It might be desirable to introduce a context for the question first, which consists of a set of assumptions, or hypotheses, observations, user's motivations etc. To embed a question within such a context several utterances or minor exchanges between the partners might be necessary.

- to produce a good answer to a question is not simply to list all data elements which have been found during the retrieval process. The user is often very vague how specific he wants the answer, in what format the answer should be presented, whether more information should be added when existent. The generation of a good answer might itself demand a whole sequence of clarifying interactions with the user. Such interactions require more complex conversational strategies from the system as simply a sequence of question-answer pairs.

- the user may often wish to elaborate on the question-answer pair. Possible continuations could be of interest a) if the user doesn't understand in what way the generated answer was an answer to his question b) if he is interested in how the system deduced the answer c) if he believes that there is some counterevidence (he questions the answer) and would like to know how this evidence could be explained in the light of the question-

answer relation d) if he wants to know on what presumptions the answer is based. In all of those cases a further elaboration of the question and its answer is necessary. The structures of such conversations are very complex and cannot get captured by question-answer pairs.

I am sure that at this place more arguments could be assembled which show that a shift from reactive systems to systems with richer conversational performance is desirable. Furthermore, the preceeding discussion should have presented some evidence that systems of that type cannot be developed through augmentation of the basic question-answering model. New control mechanisms and system organizations have to be found. The rest of this paper is devoted to the question what properties such systems should have and according to what principles they could be developed.

4. Mixed initiative dialogue systems

After having investigated system organization and conversational behavior of question answering systems (which I labelled as 'reactive systems') and a discussion of their limitations, we must draw the conclusion that computer systems which are supposed to simulate more intelligent conversations cannot be developed through augmentation of the basic organization of question answering systems. We have to look out for a different kind of system organization which will allow the implementation of the desired intelligent functions.

Since it often has been stressed by some linguists, psychologists and philosophers of language⁹ that human communication should be regarded as a special case of human action in general, the study of human action could offer some clues, how higher forms of human intelligent behavior could be organized. In this area we encounter two concepts which are of utmost importance: GOAL and PLAN.

In the rest of my paper I will concentrate on these two concepts and I will investigate how goals and plans could contribute to the simulation of intelligent conversational behavior. From this discussion we moreover should get some ideas about how to organize computer systems with richer conversational performance. I will call systems of this kind 'mixed initiative dialogue systems'¹⁰.

In a paper by MOORE, LEVIN, and MANN (1977) the authors stress the importance of goal-oriented behaviour models. Their main hypothesis is that "people know that certain kinds of goals may be pursued by communication, and that they know which kinds of communication acts correspond to which goals. The use of this knowledge is essential to comprehending dialogue."

This hypothesis is probably too strong, since it claims that there exist communication acts for every goal, which certainly is problematic. I believe that the achievement of goals should be seen rather in a paradigm of planned activities.

There certainly exist goals which occur so frequently that we possess ready-made plans and strategies for their achievement. Asking someone for the time of the day or the way to a certain place are stereotypical procedures. On the other hand, explaining to a non-linguist what a transformational grammar is may need the elaboration of a situation specific plan which we do not possess in advance.

Furthermore, we can note that goals may be more or less specific. To know which drugs contain salicylic acid is a more specific goal than to know more about drugs. In the first case it is much easier to determine when the goal is achieved. There may exist even very unspecific goals as to show that I am interested in certain social contacts, which may be a goal for a plain party talk. Nevertheless, when communicating with other people we are always pursuing goals, as well does the other party.

Of course, if our goals are very unspecific it is difficult to plan how we could achieve them. In the worst case we only have very local procedures at our disposal which prescribe what we cannot do. This kind of rules have recently been investigated by SCHANK (1978).

Equally, we can only understand the contributions of the other party when we relate his/her utterances to the goals s/he pursues. If the other party didn't explicitly introduce these goals into the conversation, we have to make assumptions about what these goals might be. Very often we make use of conventional relations between certain types of utterances and those goals that can be achieved with them. Questions, for example, are usually asked in order to get to know something.

When being engaged in a conversation we have many goals to pursue at the same time. There exist at least three different relations between goals. Two goals A and B may be subordinated, which is the case when e.g. A is a subgoal of B. Two goals may simply exist cooccurrently, i.e. they are independent from each other but are present at the same time. Furthermore, two goals may conflict with each other. The achievement of one goal makes the achievement of the other goal impossible, often a matter of grade rather than of quality.

Clearly the concepts PLAN and GOAL are very intimately connected. Goals specify the purpose why plans are executed - executing a plan is the way to attain a goal. From our preceding discussion we have seen that, because of the unimaginable number of goals that might be relevant for a conversationalist, the relation between goals and plans cannot be injective, because there cannot exist a completely specified plan for every imaginable goal.

An intelligent system will therefore need the capacity of constructing new plans from a limited number of given plans. Within artificial intelligence such an activity is called automatic planning. Therefore, we can distinguish the question, what plans there are and how they can be represented from the question, how plans are constructed for the achievement of certain goals. Naturally, these problems depend heavily on each other, since the construction of plans will have to rely on the information presented in the more elementary plans. I will discuss some representational issues first.

Information contained in a plan may be used for several purposes. First, it may be used to decide during the planning activity whether a certain plan is useful (adequate) for the achievement of a certain goal in a given situation. Second, it may be used to decide whether the activities of the other party are subsumable under this plan (whether the other party is executing this plan) and so to enable the system to deduce the other party's goals.

For a discussion of the representation of plans results from both automatic planning and from automatic plan recognition may be useful¹¹. In all of those works at least the following constituents of a plan are recognized:

roles: a set of variables used in the representation of a plan for the reference to certain types of units.

- prerequisites: the description of a state of affairs that must hold if the execution of the plan is meaningful or even possible.
- consequences: a description of the effects the execution of the plan has on the world.
- goal: a representation of a state that can be achieved through the execution of a plan.

We may expect that much more information will be needed, but I will not go beyond this level of specification in this paper.

Let us for the sake of illustration consider which pieces of information might be associated with a plan for the seeking of information. I name this plan TOASK8, where the index may indicate that there exist different plans TOASK serving different purposes.

In describing the plan TOASK8 we have to use certain variables denoting the roles involved in asking a question. In a concrete situation (of reasoning or execution) those variables are then bound to actual memory concepts (e.g. that I am the questioner and you the questioned). We may use the variables Q-ER, Q-ED and Q for denoting the roles of the questioner, the questioned and the question.

What are then prerequisites for a meaningful execution of the plan TOASK8? For the first, the person who asks the question should not know the answer. In opposite to information seeking this is usually the case with examination questions. To ask an examination question will therefore be regarded as execution of a different plan. A more important prerequisite is that the questioned party knows an answer. Of course, the questioner cannot be sure in advance whether this will be the case. Nevertheless, s/he would violate cooperation principles, if s/he asks something s/he is sure the other party doesn't know (in the sense of TOASK8). If s/he is very uncertain s/he may, as a safeguard, embed the question in a 'do you know whether ...' construction. This strategy guarantees a smooth continuation of the conversation, because the addressed party can either present an answer to the content-part of the question in case s/he knows it, or s/he may answer the check-part of it if s/he doesn't know an answer.

If Q-ER asks a question Q, the goal of his execution of TOASK8 is that Q-ER knows Q. Recognizing what plan a party is executing in a conversation allows one to infer conventionally associated goals. In intelligent dialogues people usually go further, asking themselves why the other party wants to know Q and try to infer what information Q-ER really is interested in.

The consequences of Q-ER's asking Q concern the questioned party. For the first, Q-ED is now informed that Q-ER doesn't know Q, for the other, as long as Q-ED behaves cooperatively, Q-ED should help Q-ER to find an answer for Q.

When Q-ER has executed the plan TOASK8, s/he has introduced a structural force into the conversation. At this moment Q-ER may expect that the other party's next utterance is concerned with his/her execution of TOASK8 (in some cases a response to a previous utterance might be acceptable).

Q-ER therefore has chiefly three alternatives to classify a response from Q-ED. In the first place s/he is able to interpret Q-ED's response as an answer to his/her question, which is the case when s/he can detect that Q-ED's response contributes to the achievement of his/her goal. The response is therefore not restricted to a literal answer, it may e.g. be a hint where to find the desired information.

In the second place s/he will interpret the response as an indicator of an infelicity in his/her execution of TOASK8. This may happen when Q-ED responds with 'I don't know', exhibiting that one of the prerequisites was, in fact, not fulfilled. Even difficulties originating from a lower level of plan execution can arise, when e.g. Q-ED can't identify an individual referred to in the question, or Q-ED discovers a presuppositional failure etc.

Q-ER gets into real troubles, if s/he can't classify a response neither as an answer nor as an indicator of an infelicity. Here Q-ER must interrupt the conversation asking Q-ED what s/he means by his/her response, or s/he may even interpret Q-ED's response as an indication of missing cooperation.

The preceding discussion suggests that the concepts PLAN and GOAL are of crucial importance for the construction of intelligent dialogue systems. I was quite unspecific about the organization of a system in which these con-

cepts could be meaningfully integrated. Much work has to be done in this field. Nevertheless, we can extract some of the abilities which such a system must have. The following list of problems may give some orientation along what lines such a system has to be designed.

- A very important ability is the construction of plans for the achievement of goals and the effective usage of existing plans. Some work, mentioned earlier, has been done in this area. We may, however, expect that the problems in discourse organization are still more complex than those in task-oriented problem solving.
- A system must be able to monitor to what extent communication acts contribute to the achievement of its goals. The crucial point here will be the organization of the system's knowledge where to monitor what events.
- The system has to maintain a picture of the other party in terms of his/her goals. These goals must be inferred either directly from the other party's utterances, or with the help of more general knowledge about goals.
- Finally, a system must be able to maintain a complex goal structure which includes cooccurrent, concurrent and subordinated particular goals. Planning and execution activities must be coordinated with this complex goal structure.

NOTES

- ¹ I will explain my concept of question answering systems in the next section of this paper.
- ² The maintenance of data on a certain domain is not the same as knowledge of a domain.
- ³ The term 'conversation', as I will use it in this paper, includes every interaction in natural language between a human user and a computer program. In that sense I will talk about the 'conversational behaviour' of a question answering program.
- ⁴ The simplicity of many procedural languages is partly due to the fact that the matter of passing information and passing control has not been kept apart.

- ⁵ In a model with simple linear control structure these possible points of interaction are fixed in advance, i.e. only certain "internal problems" will result in interactions with the user.
- ⁶ This is a slightly modified example from Waltz (1978, p. 529).
- ⁷ Prompting systems are the extreme opposite to reactive systems.
- ⁸ See e.g. Berry-Rogghe and Zifonun (1978).
- ⁹ A good overview can be found in Rehbein (1976).
- ¹⁰ Bobrow et al. refer to J. Carbonell for this notion.
- ¹¹ See the work of Sacerdoti (1977), Sussman (1975), Schmidt et al. (1978), and Charniak (1978) to mention a few.

REFERENCES

- Berry-Rogghe, G./Zifonun, G. (1978): The 'cooperative' user: on the role of user-defined heuristics in a deductive Q-A system. Proceedings from the 7th Coling, Bergen, Aug 1978.
- Bobrow, D.G./Kaplan, R.M./Kay, M./Norman, D.A./Thompson, H./Wino-grad, T. (1977): GUS, a frame-driven dialog system, in: Artificial Intelligence 8, pp. 155-173.
- Briabrin, V. (1977): Natural language access to a data base. IIASA Software Library Series LS-V.
- Charniak, E. (1977): A framed PAINTING: the representation of a common sense knowledge fragment, in: Cognitive Science 1, Nr 4, Oct.
- Grosz, B.J. (1977): The representation and use of focus in a system for understanding dialogues, in: Proceedings from the IJCAI.
- Hayes, P.J./Rosner, M.A. (1976): ULLY: a program for handling conversations. Mimeo. University of Essex.
- Hein, U./Johansson, S.G./Manell, P./Sägvall-Hein, A.L./Schneider, W. (1978): Design considerations of a knowledge base and language interface for a drug information system, in: Orthner, H. (Ed.): Proceedings of the second annual symposium on computer application in medical care, Washington D.C.
- Moore, J.A./Levin, J.A./Mann, W.C. (1977): A goal-oriented model of human dialogue. AJCL 67-1977.
- Rehbein, J. (1977): Komplexes Handeln, Stuttgart.
- Reichman, R. (1978): Conversational coherency. TR-17-78 Harvard University and BBN, Cambridge, Mass.
- Sacerdoti, E.D. (1977): A structure for plans and behavior, Amsterdam.
- Schank, R. (1977): Rules and topics in conversation, in: Cognitive Science 1, Nr 4, Oct.
- Schmidt, C.F./Sridharan, N.S./Goodson, J.L. (1978): The plan recognition problem: an intersection of psychology and artificial intelligence, in: Artificial Intelligence 11, Nr 1, 2 Aug.

- Sussman, G.J. (1975): A computer model of skill acquisition, Amsterdam.
- Waltz, D. (1978): An English language question answering system for a large relational database, CACM 21, Nr 7, July.
- Woods, W. (1977): Lunar rocks in natural English: explorations in natural language question answering, in: Zampolli, A. (Ed.): Linguistic structures processing, Amsterdam.

ÜBERLEGUNGEN ZUM HANDLUNGSRAHMEN VON FRAGEN IN ARTIFICIAL-INTELLIGENCE-SYSTEMEN

Walther von Hahn

In Systemen der Artificial-Intelligence (AI) ist der Handlungsaspekt von Fragen erheblich stärker betont als bei linguistischen oder logischen Theorien über Fragen (vgl. auch ÅQVIST, 1975). Entsprechend den unterschiedlichen Zielen und Methoden sind zentrale Aussagen der einen Disziplin in anderen nicht so entscheidend und durch unterschiedliche theoretische Rahmen auch nur bedingt adaptierbar. Die AI hat bisher ihre Ansätze, speziell was den theoretischen Status von Frage und Antwort angeht, allerdings noch nicht so stark aus Verwendungsbezügen und ad-hoc-Verallgemeinerungen lösen können, daß die Vor- und Nachteile ihrer Sichtweise für andere Fachgebiete fruchtbar diskutiert werden konnten.

Ein denkbarer Bezugspunkt könnte eine Darstellung des Vorkommens von Fragen in AI-Systemen sein, die ich hier versuche. Allgemein will ich mich mehr auf den vor der Frage liegenden Handlungsablauf konzentrieren als mögliche Folgehandlungen besprechen, aus der Einsicht heraus, daß zum Verständnis einer Frage möglichst viel Information über das Zustandekommen derselben vorliegen muß.

In natürlichsprachlichen Systemen kommen im allgemeinen drei Arten von Fragen vor:

- (1) Fragen eines Benutzers/Bearbeiters an ein System
- (2) Fragen eines AI-Systems an den Benutzer/Bearbeiter
- (3) Fragen innerhalb von unabhängig dialogfähigen Systemen (z.B. POWER, 1974).

Die Typen (1) und (3) sind initiativ, Fall (2) ist gewöhnlich reaktiv, also etwa eine Nachfrage oder Rückfrage. Nachfragen des Benutzers/Bearbeiters aus (1) lassen sich in gleicher Weise interpretieren.

In den Fragen der Art (2) geht es inhaltlich vorwiegend um

- Fakten bzw. Daten
- Beziehungen zwischen ihnen
- Heuristiken
- Sprache

In Fragen der Art (1) finden wir dieselbe Liste, aber ohne das Gebiet Sprache, jedenfalls im hier gemeinten Sinne von Metasprache.

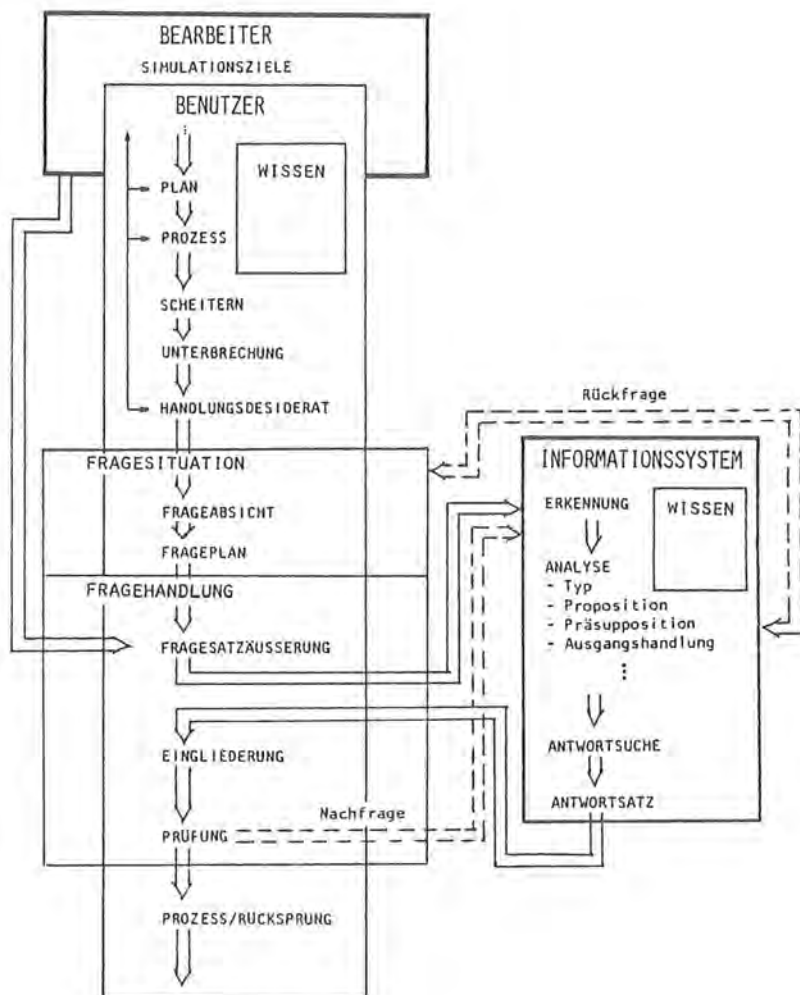
Obwohl ich inzwischen auch von einer breiten Berührungsfläche zwischen Experimentiersystemen und Expertensystemen ausgehe, zeigen sich an dieser Stelle deutlich Unterschiede: Ist das Dialogpartnersystem ein Experimentiersystem kann die Frage, vom Bearbeiter gestellt, die Funktion der Richtigkeitsprüfung über die Implementierung z.B. einer kognitiven oder linguistischen Theorie haben und die Simulation wird insgesamt aus Gründen strenger Theoriebildung betrieben.

Wir wollen zunächst aber von einem Expertensystem, also einem zweck- und aufgabenorientierten Dialogsystem ausgehen, um daran das zu prüfen, was man den Rahmen oder spezieller den Handlungsrahmen von Fragen nennen könnte.

Berücksichtigt man zunächst nur das Benutzerfeld, so besteht bei diesem in der Regel ein gewisser Plan, der häufig unabhängig vom Dialog mit einem Informationssystem entstanden und entworfen wurde. Bestenfalls ist in der Wissenskomponente des Benutzers ein "Wegweiser" zum Informationssystem, dem Simulant-System (vgl. v. HAHN, 1978).

Der Plan sieht verschiedene Subpläne und Prozesse vor, von denen einer scheitert. Ich habe in beiden "Systemen" die vielen Bezugspfeile zwischen den Arbeitsphasen und der Wissensbasis aus Gründen der Übersichtlichkeit weggelassen (vgl. allg. WERBIK, 1978). Durch das Scheitern entsteht eine Unterbrechung. Die Unterbrechung wird benutzt, um in der Komponente, die ich "Handlungsdesiderat" genannt habe, zu prüfen

- ob für den gescheiterten Prozeß ein Alternativprozeß existiert, der exekutiert werden kann.



- ob es einen "bypass" gibt, und der angefangene Subplan auch ohne den gescheiterten Prozeß ausführbar bleibt,
- ob ein "backtracking" in die dominierenden Pläne nötig ist, oder
- ob der Plan nur mit weiterer Information durchgeführt werden kann.

Im letzten Fall wird die Fragesituation eröffnet durch den Entschluß, eine Frage zu stellen. Ab diesem Punkt ist die Handlung prinzipiell dialogisch. In einem Frageplan wird gemäß der "offenen Struktur" festgelegt, nach was wie gefragt wird (vgl. WUNDERLICH, 1976).

Die Fragehandlung selbst ist signalisiert durch das Äußern des Fragetextes, im Regelfall eines Fragesatzes. Mit dem Fragetext wird das Informationssystem, hier ein natürlichsprachliches Expertensystem, angestoßen. Inhaltlich sind mindestens die o.g. Bereiche verfügbar.

Im Partner-System wird zunächst der Sprechakt festgestellt und eine Vielzahl weiterer zur Antwortsuche (Inferenzen) und Beantwortung (Antwortgenerierung) wesentliche Analysen durchgeführt, von denen ich im Bild nur einige mögliche, sich sicher überschneidende, aufgeführt habe (vgl. WAHLSTER/JAMESON/HOEPPNER, 1978). Die Inferenzprozesse erstellen eine Antworttiefenstruktur, aus der ein Antworttext, im hier besprochenen Beispiel meist ein Antwortsatz erzeugt wird.

Die zurückgegebene Antwort wird vom Fragenden probeweise eingegliedert und es wird überprüft, ob sie ein Aufheben der Unterbrechung und die Fortführung des Plans ermöglicht. Gegebenenfalls wird eine Nachfrage gestellt, durch die das System u.U. unter Umgehung einzelner Analyseprozesse erneut angestoßen wird (Vorschläge bei BERRY-ROGGHE, 1978).

Ist die Antwort passend, wird entweder in den gescheiterten Prozeß zurückgesprungen, worauf Abbruch oder - bei zeitabhängigen Prozessen - erneuter Eintritt in die Fragesituation stattfindet, oder derjenige Prozeß wird ausgeführt, der im Plan als Folge der Antwort vorgesehen ist. Das Informationssystem hat seinerseits die Möglichkeit, während aller Prozesse selbst Fragen zu stellen.

Faßt man das Informationssystem als Simulant auf, das wäre typisch für Experimentiersysteme, so kann man auf theoretischer Ebene von einer Art Rekursion sprechen, die von innen nach außen jeweils wieder abgearbeitet werden muß. Die Fragen beziehen sich dann, bzw. entstehen in Prozessen, die einander vorgeordnet sind, so daß jeweils mit Abarbeitung einer Verschachtelung mindestens ein Prozeß und eine Ebene fortgeschritten werden kann.

Beispiel

- *Ist ein Parkplatz da frei?*
- *Wo meinst Du?*
- *Hier gleich unten!*
- *Was heißt gleich?*
- *Direkt vor dem Haus eben!*
- *Aha, in der Schlüterstraße, ja, da ist was frei!*

Vergleichen wir damit nun die Situation in einem Experimentiersystem, und diesen Status hat grundsätzlich wohl auch immer ein Expertensystem in der Entwicklungsphase, dann verschieben sich die Proportionen erheblich.

Ein Bearbeiter (s. im Bild der Zusatzkasten) steht hinter dem Benutzer, er nimmt bisweilen dessen Rolle ein. Aufgrund seiner Simulationsziele füllt er gewöhnlich den Vorbereich der Fragesituation mit Standardwerten und beginnt seine Interaktion direkt mit der Fragesatz-Äußerung. Grundsätzlich ist aber für ihn nicht die Fortführung des Planes von Interesse, sondern die Richtigkeit der Simulation im Informationssystem. Daher ergeben sich für ihn auch aus der Prüfung andere Alternativen. Er wird z.B. zurückspringen in seinen Rahmen, nicht in den Benutzer-Rahmen (s. v. HAHN, 1979).

Oder er wird im Falle eines negativen Ausgangs der Erfolgsprüfung auf die Simulant-System-Ebene springen können, Programme oder Daten ändern und dann dieselbe Frage noch einmal stellen, eine Situation, die sich für den Benutzer nur ergibt, wenn sich Daten oder Prozesse zeitabhängig verändern oder wenn z.B. die Rückwärts-Abarbeitung aus geschachtelten Fragestrukturen nicht gelingt. In allen anderen Fällen wird die Antwort des Informationssystems in die Wissensbasis des Benutzers übergeben und ist dort, Vergessensprozesse außer Acht gelassen, in weiteren Situationen verfügbar.

Mit anderen Worten: Die Fragen des Bearbeiters sollen nur die Richtigkeit der Simulation beweisen, vielleicht auch die Richtigkeit der kognitiven, linguistischen, pragmatischen etc. Theorie. Der Bearbeiter wird aus diesem Grunde auch eine jeweils spezifische und ungleich stärker differenzierte Menge von Voraussetzungen der Fragesituation einsetzen, um kontrollierte Antworten erhalten zu können. Es ist im übrigen die Frage, ob in diesem Zusammenhang die "Antworten" nicht allgemeiner als "Systemreaktion" deklariert werden sollten.

Eine weiterführende Bemerkung, angeregt durch das Studium von AIMDS (vgl. SCHMIDT/SRIDHARAN/GOODSON, 1978): Die obige Darstellung könnte einen Rahmen abgeben für die Einschätzung und Behandlungen von Erwidern (-sfragen) eines natürlichen Dialogpartners, der mit solchen Fragen die Berechtigung, Notwendigkeit, Schicklichkeit oder überhaupt das Vorhandensein einer Fragesituation in Zweifel zieht.

Beispiele

Dumme Frage!

Na, überleg doch mal!

Was soll denn das?

Da gibt's doch gar nichts zu fragen!

Warum nicht 'mal was offen lassen?

(FREEMAN, 1976)

Das ändert doch nichts, ob ich nun

(a) oder ab ich (b) sage!

Dieses Merkmal ist zwar in einigen wenigen Systemen oberflächentypisch realisiert, aber ein echter Rekurs auf die eine Fragesituation einbettende Struktur ist bisher m.W. nirgends durchgeführt.

LITERATUR

Åqvist, L. (1975): A new approach to the logical theory of interrogatives, Tübingen.

Berry-Rogghe, G. (1978): Simulation der Dialoghandlung "heuristischer Hinweis". Vortrag auf dem Workshop 'Sprecher-Rekonstruktion: Sprech-akt- und Dialog-Verarbeitung', Bielefeld 1978.

- Freeman, C. (1976): A pragmatic analysis of tenseless why-questions, in: Papers of the 12th regional meeting, Chicago Linguistic Society, pp. 208-219.
- Hahn v., W. (1978): Überlegungen zum kommunikativen Status und der Testbarkeit von natürlich-sprachlichen Artificial-Intelligence-Systemen. (= Berichte der Projektgruppe 'Simulation von Sprachverstehen', 4.)
- Hahn v., W. (1979): Probleme der Simulationstheorie und Fragepragmatik bei der Simulation natürlichsprachlicher Dialoge, in: Ueckert, H./Rhenius, D. (Eds.): Komplexe menschlicher Informationsverarbeitung, Bern.
- Power, R. (1974): A computer model of conversation, Edinburgh. (= Ph. D. Thesis.)
- Schmidt, C.F./Sridharan, N.S./Goodson, J.L. (1978): The plan recognition problem: an intersection of psychology and artificial intelligence, in: Artificial Intelligence 11, pp. 45-83.
- Wahlster, W./Jameson, A./Hoepfner, W. (1978): Glancing, referring and explaining in the dialogue system HAM-RPM. (= Berichte der Projektgruppe 'Simulation von Sprachverstehen', 7.)
- Werbik, H. (1978): Handlungstheorien, Stuttgart.
- Wunderlich, D. (1976): Studien zur Sprechakttheorie, Frankfurt/Main.

ALGORITHMEN ZUR BEANTWORTUNG VON 'WARUM'-FRAGEN IN DIALOGSYSTEMEN

Wolfgang Wahlster

Summary

This paper discusses aspects of the semantics and pragmatics of 'why'-questions within the framework of Artificial Intelligence research. It is shown why 'why'-questions are a particularly important type of question in natural language systems. The explanation capabilities of several running AI systems are surveyed. Examples are given showing the approach of the dialogue system HAM-RPM to the processing of three types of 'why'-question. Several types of rejection of 'why'-questions and methods for their automatic generation are described. Formal definitions of the notions of a logical and a communicatively adequate answer to a 'why'-question are given. New methods for the selection of a communicatively adequate answer from a set of possible explanations on the basis of meta-knowledge are presented within the framework of fuzzy and non-monotonic logic. Finally, it is proposed that the dialogue system itself should be able to ask 'why'-questions to gain a better understanding of the 'why'-questions posed by the user.

1. Einführende Übersicht

Bei der Computersimulation sprachlicher Interaktion werden in dem System HAM-RPM (Hamburger Redepartnermodell, vgl. (12)) Sprechaktsequenzen berücksichtigt, in denen der menschliche Dialogpartner, nachdem eine von ihm gestellte Frage von dem simulierten Redepartner beantwortet wurde, das System durch eine 'Warum'-Frage zu einer Begründung seiner Antwort auffordert. Besonders wenn Antworten des Systems auf vagen Inferenzen und Mutmaßungen beruhen, muß das System seine Antwort durch die Verbalisierung der vollzogenen Inferenzschritte begründen und den Wahrheitsgehalt der gegebenen Information verteidigen können. In bestimmten Situationen begründet das System sogar unaufgefordert seine Antwort.

Die Beantwortung von 'Warum'-Fragen beruht in HAM-RPM auf der Fähigkeit des Systems

- den der Antwort zugrundeliegenden Inferenzprozeß in einem hier als Inferenzgedächtnis bezeichneten Teil der Wissensbasis zu speichern,

- das Inferenzgedächtnis nach Information zu durchsuchen, die für eine Begründung relevant ist,
- ausgewählte Teile des Inferenzgedächtnisses zu verbalisieren.

Aufgrund einfacher dialog- und partnertaktischer Strategien versucht das System den für eine kommunikativ adäquate Begründung erforderlichen Detaillierungsgrad und das richtige Argumentationsniveau zu finden. Triviale Schlüsse werden bei der Generierung einer Begründung zunächst nicht berücksichtigt (vgl. (25)), und erst aufgrund weiterer Nachfragen des Dialogpartners wird die gesamte Inferenzkette ausgegeben.

Als konkreter Ausgangspunkt für die nachfolgenden Untersuchungen dient ein Protokoll (vgl. Fig. 1) eines mit HAM-RPM geführten Dialogs, der typische Reaktionen des Systems auf 'Warum'-Fragen des menschlichen Dialogpartners enthält und damit den Umfang der bei der Beantwortung von 'Warum'-Fragen simulierten Fähigkeiten andeutet.

Der Beispieldialog entstand als Teil einer längeren Interaktion mit einer auf der Rechenanlage DECsystem 10 des Fachbereichs für Informatik der Universität Hamburg implementierten Version des Systems HAM-RPM und wurde bis auf den Wechsel der Schriftart (Ausgaben des Systems in kursiver Schrift) gegenüber dem originalen Computerausdruck nicht verändert.

Die dem Dialog in Fig. 1 zugrundeliegende Diskurswelt ist eine Straßenverkehrsszene, die dem Untersuchungsmaterial von NAGEL [19] entnommen ist.

- (1) WO PARKT DENN DAS AUTO IM AUGENBLICK?
 WELCHES AUTO MEINST DU? WARUM WILLST DU DAS DENN
 WISSEN?
 WEIL ES 16 DAVON GIBT!
 WELCHES DAVON MEINST DU? DEN KOMBI
 MEINST DU DEN RECHTEN HINTEREN KOMBI?
 WARUM FRAGST DU DENN NUN
 WIEDER?
 WEIL ES ZWEI GIBT!
 MEINST DU DEN RECHTEN HINTEREN KOMBI? GENAU!
 HINTER DEM GELBEN, PARKENDEN PERSONENWAGEN RECHTS
 HINTEN.
- (2) IST DIE PARKZONE HINTEN RECHTS EIGENTLICH GETEERT?
 ICH GLAUBE JA.
- (3) WIE KOMMST DU DARAUF?
 EINE PARKZONE IST MEIST EIN TEIL VON EINER STRASSE,
 UND EINE STRASSE IST OFT GETEERT.
- (4) WIESO?
 EINE STRASSE IST EIN VERKEHRSWEG, UND EIN VERKEHRSWEG
 IST OFT GETEERT.
- (5) IST DIE HARTUNGSTRASSE EBEN?
 JA.
- (6) WARUM DENN DAS?
 EINE STRASSE IST EIN VERKEHRSWEG, UND EIN VERKEHRSWEG
 IST EBEN.
- (7) KÖNNTEST DU SIE DENN TRINKEN?
 NEIN, DENN EINE STRASSE IST NICHT FLÜSSIG!

Fig. 1

Während der Verarbeitung von Frage (1) in Fig. 1 löst die Mehrdeutigkeit der definiten Nominalphrase *das Auto* einen Klärungsdialog aus (vgl. (26)), in dem sich der Benutzer durch zwei metakommunikative 'Warum'-Fragen nach den Gründen für die Rückfrage des Systems erkundigt. Für die Beantwortung von Frage (2) muß das System in der Wissensbasis gespeicherte Erfahrungswerte benutzen, da es in der zugrundegelegten Situation die Beschaffenheit der Parkzone aufgrund einer Verdeckung nicht direkt feststellen kann. Da durch die lexikalische Analyse von HAM-RPM Ausdrücke wie *Wie*

kommst Du darauf und *Wieso* in Frage (3) bzw. (4) auf die kanonische Form *Warum* abgebildet werden, sprechen wir im folgenden in diesem Zusammenhang stets nur von 'Warum'-Fragen. Die Antwort auf Frage (3) enthält die linguistischen Hecken *meist* und *oft*, da die Antwort auf Frage (2) nur durch vage Inferenzregeln abgeleitet werden konnte (vgl. (24)). Mit der 'Warum'-Frage (4) hinterfragt der menschliche Dialogpartner die Antwort des Systems auf Frage (3).

Solche Sequenzen von 'Warum'-Fragen können schließlich zur Ausgabe der gesamten einer Behauptung zugrundeliegenden Inferenzkette führen. Frage (6) wird durch die Verbalisierung der durch Frage (5) ausgelösten Schlußfolgerung beantwortet, die mit Hilfe der als Teil des begrifflichen Semantischen Netzwerks gespeicherten Oberbegriffshierarchie durchgeführt wurde. Frage (7) wird vom System wegen der Verletzung einer Selektionsrestriktion für das Verb *trinken* zurückgewiesen. Das Auftreten von mehr als zwei aufeinanderfolgenden Fragen führt nach einer einfachen Dialogstrategie dazu, daß das System unaufgefordert die Zurückweisung von Frage (7) begründet.

2. Warum 'Warum'-Fragen in Systemen der Künstlichen Intelligenz?

Während von seiten der Linguistik und Fragelogik im Vergleich zu anderen Fragetypen (vgl. (9), (10)) nur wenige Untersuchungen zu 'Warum'-Fragen vorliegen (vgl. (2), (23), (11), (15), (16), (5)), erweist sich in der Forschung zur Künstlichen Intelligenz (KI) gerade dieser Fragetyp als besonders wichtig. Dies ist darauf zurückzuführen, daß die Integration von Komponenten zur Beantwortung von 'Warum'-Fragen in KI-Systeme einerseits zahlreiche Vorteile bei der praktischen Anwendung solcher Systeme mit sich bringt und andererseits für die KI – verstanden als Teil der Grundlagengewissenschaft 'cognitive science' – auch theoretisch relevant ist.

Zunächst wird die Analyse der praktischen Motivation zur Untersuchung von 'Warum'-Fragen auf den Typ der Frage und den Status der mit dem System interagierenden Person bezogen.

A. Typ der 'Warum'-Frage

Mit Hilfe von Paraphrasen (\leftrightarrow) sollen zwei für KI-Systeme wichtige Typen von 'Warum'-Fragen unterschieden werden.

- a. Die Frage zielt auf die Erklärung des propositionalen Gehalts P einer Antwort des Systems (vgl. (1), S. 110).

Warum? \leftrightarrow Was ist eine Erklärung für die Tatsache, daß P?

- b. Die Frage zielt auf eine Begründung eines vorangegangenen Sprechaktes (z.B. eine Frage X? des Systems).

Warum? \leftrightarrow Was ist eine Begründung für die Tatsache, daß Du die Frage X? stellst?

B. Status der mit dem System interagierenden Person

Der mit einem natürlichsprachlichen System interagierende Personenkreis läßt sich nach v. HAHN (13) unterteilen in:

- a. Benutzer (Menschlicher Dialogpartner)
- b. Bearbeiter (Systemkonstrukteur oder -verwalter)

Für die einzelnen Interaktionsmodi, die sich aus der Kombination der Kategorien aus A und B ergeben, lassen sich die folgenden praktischen Vorteile einer Verarbeitung von 'Warum'-Fragen in KI-Systemen angeben:

- Interaktionsmodus Aa/Ba

- Das System kann den Wahrheitsgehalt der gegebenen Information verteidigen und zeigt sich damit für seine Antworten 'verantwortlich'. Für den Benutzer ist die Möglichkeit der kritischen Auswertung der einer Konklusion zugrundeliegenden Prämissen und Inferenzregeln besonders wichtig, falls er
 - mit der Konklusion nicht einverstanden ist. Dies ist zu erwarten, wenn in der Datenbasis des Systems Information über wenig standardisierte Wissensgebiete (z.B. Medizin) gespeichert ist,
 - bei der Weitergabe von Systemauskünften eine besondere Verantwortung gegenüber Dritten hat (z.B. Arzt, Manager),
 - die Konklusion nicht versteht oder wenn die Auskunft für ihn unerwartet ist,
 - Falls das System zu Ausbildungszwecken eingesetzt wird, können die vom System als Reaktion auf 'Warum'-Fragen generierten Erklärungen pädagogisch wertvoll sein.
- Insgesamt steigt das Vertrauen in die Antworten des Systems, wenn diese hinterfragbar sind.

- Interaktionsmodus Ab/Ba

- In Expertensystemen, die mit Hilfe von abgespeichertem Fachwissen und weiterer vom Benutzer auf Anfrage bereitgestellter Information ein vorgegebenes Problem lösen, kann leicht eine asymmetrische Dialogstruktur entstehen, da der Benutzer vom System über weite Teile des Dialogs wie in einem Verhör recht schematisch abgefragt wird. Wenn dem Benutzer eine Frage des Systems unangemessen zu sein scheint, geben 'Warum'-Fragen diesem mit der Dominanz des Systems unzufriedenen Benutzer die Möglichkeit, sich über die Ziele, die das System mit einer Frage verfolgt, zu informieren (vgl. (14), (21)). Dieser erste Schritt in Richtung auf ein System mit 'gemischter Initiative' führt zu einer psychologischen Aufwertung der Benutzerrolle und damit zu erhöhter Akzeptanz.
- Eine 'Warum'-Frage des Benutzers kann als Verständnisfrage dienen, deren Beantwortung zu einer treffenderen Antwort des Benutzers auf eine vorangegangene Frage des Systems führt.

- Interaktionsmodus Aa/Bb

- Mit einer Sequenz von 'Warum'-Fragen kann der Bearbeiter zunächst auf der Ebene natürlichsprachlicher Performanz nach Ursachen für 'falsche' Antworten des Systems suchen, ohne direkt in der Wissensbasis oder dem Programmtext nachsehen zu müssen. Dies führt zu einer erleichterten Fehlerdiagnose.
- Der schrittweise Ausbau und die Korrektur der Wissensbasis sowie damit verbundene Konsistenzprüfungen werden dadurch erleichtert, daß Auswirkungen von Veränderungen in der Wissensbasis auf das Systemverhalten durch 'Warum'-Fragen direkt kontrollierbar werden.

Die Fähigkeit zur Beantwortung von 'Warum'-Fragen in den Interaktionsmodi Aa/Ba und Aa/Bb ist besonders wichtig für KI-Systeme, die folgenden Bedingungen genügen:

Die Antwort des Systems beruht auf

- Operationen über einer großen Wissensbasis mit starker gegenseitiger Abhängigkeit einzelner Wissensseinheiten oder
- sehr langen Inferenzketten oder
- approximativen Inferenzen auf vagem oder unvollständigem Wissen.

Zusammenfassend stellen wir fest: Die durch die Beantwortung von 'Warum'-Fragen erzielte Plastizität des Verhaltens komplexer KI-Systeme führt zu größerer Akzeptanz, zu stärkerem Vertrauen des Benutzers in die Antworten des Systems und zur vereinfachten Handhabung des Systems durch den Benutzer, oder wie STALLMAN und SUSSMAN es formulieren "Such programs are more convincing when right, and easier to debug when wrong" ((22), S. 136).

Die Sonderstellung, die 'Warum'-Fragen gegenüber anderen Fragetypen in der KI zukommt, beruht zum großen Teil aber auch darauf, daß sie einen wichtigen Teilaspekt der zur Zeit laufenden theoretischen Untersuchungen zur Darstellung und Verarbeitung von Metawissen sind. Fernziel dieser Forschungsrichtung, an deren Anfang das automatische Planungssystem NOAH (20) stand, ist es, Programmsysteme zu entwickeln, die aufgrund von Metawissen in einem gewissen Umfang ihr eigenes Verhalten auf einer höheren Ebene als der des Programmtextes erklären können. Obwohl erste Fortschritte in der Richtung auf "ein System, das weiß, was es weiß, und versteht, was es tut" (vgl. (20), S. 7) erzielt wurden (vgl. (6), (8), (26)), ist ein allgemeiner Erklärungsmechanismus für beliebige Wissensbasen und beliebige Inferenzmechanismen noch nicht entwickelt worden.

3. Die Beantwortung von 'Warum'-Fragen in bestehenden Systemen

Obwohl die Semantik von 'Warum'-Fragen und die ihrer Beantwortung zugrundeliegenden kognitiven Prozesse erst ansatzweise untersucht sind, existieren bereits mehrere natürlichsprachliche Systeme, die bestimmte Typen von 'Warum'-Fragen beantworten können (vgl. Fig. 2). Typisch für die Mehrzahl der in Fig. 2 aufgeführten Systeme¹ ist, daß jeweils nur eine Verwendungsweise von 'Warum'-Fragen berücksichtigt wird. So können beispielsweise von SHRDLU nur solche 'Warum'-Fragen beantwortet werden, die auf die Begründung einer simulierten nicht-verbalen Handlung abzielen, z.B. Frage: *Warum hast Du den roten Block von dem grünen Block entfernt?* Antwort: *Damit ich die grüne Pyramide daraufstellen kann.*

| System | Experten-system | Diskurswelt | Vage In-ferenzen | Simulation von Sprach-verstehen | 'Warum'-Frage zielt auf |
|------------------|-----------------|-------------|------------------|---------------------------------|---|
| SHRDLU [28] | 0 | 'Blockwelt' | 0 | 1 | Simulierte nicht-verbale Handlung |
| MYCIN [21] | 1 | Pharmazie | 1 | 0 | Sprechakt: Frage |
| EL/ARS [22] | 1 | Elektronik | 0 | 0 | Inferenzergebnis |
| HAM-RPM[12] | 0 | variabel | 1 | 1 | Sprechakte: Frage/ Zurückweisung Inferenzergebnis |
| AMORD [17] | 0 | variabel | 0 | 0 | Inferenzergebnis |
| PRO-SPECTOR [14] | 1 | Mineralogie | 1 | 0 | Sprechakt: Frage |
| SAM [18] | 0 | variabel | 1 | 1 | Inferenzergebnis |

Fig. 2

In HAM-RPM wurden erstmals Versuche unternommen, verschiedene Verwendungsweisen von 'Warum'-Fragen in einem System zu erfassen. Dagegen wird es für die Anwendung von 'Warum'-Fragen in Expertensystemen (vgl. Fig. 2), in denen charakteristischerweise oft auch von 'Why'- oder 'Explain'-Kommandos gesprochen wird, weiterhin sinnvoll sein, sich auf eine Interpretation von 'Warum'-Fragen zu beschränken, da in diesen Systemen nicht die Simulation von Sprachverstehen angestrebt wird (vgl. Fig. 2).

4. Pragmatische Funktionen von 'Warum'-Fragen

Bevor die verschiedenen Arten von 'Warum'-Fragen, die in HAM-RPM verarbeitet werden, genauer analysiert werden, muß das Thema des Aufsatzes noch stärker eingeschränkt werden.

Da Dialoge mit den hier betrachteten KI-Systemen ausschließlich schriftlich über einen graphischen Kanal (an die Rechenanlage angeschlossenes Sichtgerät) geführt werden, besteht die in natürlichen Dialogen vorhandene Möglichkeit der Beantwortung einer 'Warum'-Frage durch nicht-verbale Reaktionen in diesen KI-Systemen nicht. Sequenzen der Form

A: *Warum soll ich diese Flüssigkeit nicht berühren?*

B: Wirft Holz in die Flüssigkeit; es löst sich auf,
werden daher im folgenden nicht betrachtet.

Gemäß der Sprechakttheorie unterscheiden wir strikt zwischen Fragesätzen und Fragehandlungen, indem wir Fragesätze als besonderes verbales Schema zur Ausführung von Fragehandlungen betrachten (vgl. (30)), und lassen in den folgenden Abschnitten 'Warum'-Fragesätze, deren Äußerung keine 'Warum'-Fragehandlung bedeutet, unberücksichtigt. Die Äußerung eines solchen 'Warum'-Fragesatzes kann z.B. eine Aufforderung darstellen wie in folgender Dialogsequenz

A: *Warum kannst Du nicht ausführlicher antworten?*

B: Beantwortet die folgenden Fragen von A ausführlicher,
oder eine Einladung wie in

A: *Warum kommst Du denn heute abend nicht mal zum Essen vorbei?*

B: *Vielen Dank, Wann soll ich denn kommen?*

Auch Vorschläge, Ratschläge und Kommentare können mit Hilfe von 'Warum'-Fragesätzen kodiert werden (vgl. (11)). Voraussetzung für die Verarbeitung solcher 'Warum'-Fragesätze in einem KI-System ist die Möglichkeit zur automatischen Analyse und Generierung direkter und indirekter Sprechakte. Diese ist aber bisher in der KI erst in rudimentärer Form entwickelt worden.

Rhetorische 'Warum'-Fragen (z.B. *Warum ich Milde Sorte rauche? Weil sie sehr leicht ist und angenehm schmeckt*) und multiple Fragen, die das Fragewort 'Warum' enthalten (z.B. *Wie und warum hast Du das Programm geändert?*) werden im folgenden ebenfalls nicht betrachtet.

Bei der Simulation von Textverstehen, wie sie z.B. durch das in Fig. 2 aufgeführte System SAM angestrebt wird, ist eine wichtige mit 'Warum'-Fragen zusammenhängende Fragestellung die Erkennung von Kausalbeziehungen zwischen konjunktionslos aneinandergereihten Sätzen durch Inferenzen. Solche Systeme können nach der Eingabe eines Textes wie

*Peter will ein Eis. Er schüttelt sein Sparschwein und hört nichts.
Er muß sich das Geld irgendwie anders besorgen.*

z.B. die folgenden Fragen beantworten

Warum schüttelt er das Sparschwein?

Warum muß er das Geld anders besorgen?

Auch auf diese Fragestellung kann ich im folgenden nicht eingehen (vgl. (3), (18)).

5. 'Warum'-Fragen in HAM-RPM

In HAM-RPM wird in Abhängigkeit von der einer 'Warum'-Frage unmittelbar vorausgegangenen Sprechaktsequenz zwischen drei Interpretationen einer 'Warum'-Frage unterschieden (vgl. Fig. 3). Da diese Interpretationsmöglichkeiten nur einen Teil der Bedeutungsvarianten von 'Warum'-Fragen erfassen, werden die entsprechenden Systemkomponenten mit Hilfe der bereits erarbeiteten Verfahren laufend erweitert.

Die häufig vorgeschlagene Unterscheidung zwischen Erklärung und Begründung (vgl. z.B. (16), oder die Unterscheidung zwischen CAUSE-explanation und GOAL-explanation in (27)) in Abhängigkeit davon, ob die 'Warum'-Frage sich auf ein Ereignis oder einen Zustand der physischen Welt bzw. auf eine menschliche Handlung bezieht, braucht derzeit in HAM-RPM nicht berücksichtigt zu werden, da handelnde Personen innerhalb der den simulierten Dialogen zugrundegelegten Diskurswelten nicht vorkommen. Die Einführung der Unterscheidung setzt u.a. die Klassifikation der Prämissen von Inferenzregeln, die in der Wissensbasis von HAM-RPM gespeichert sind, nach 'Ursache' und 'Grund' voraus. Allerdings ist es in den philosophischen Erklärungstheorien immer noch umstritten, ob die angeführte Unterscheidung überhaupt sinnvoll ist (vgl. den Überblick in (29)).

Zu Schema (a) in Fig. 3: Wie Satz (4) in Fig. 1 zeigt, kann dieser Typ von 'Warum'-Frage auch iterativ verwendet werden. Ab dem zweiten Glied in einer Kette von 'Warum'-Fragen ergibt sich folgende Mehrdeutigkeit (vgl. auch (16)): Die Frage kann sich

- (1) auf die Gültigkeit des letzten Konjunks innerhalb der als Explanans angeführten instanziierten Prämissen einer Inferenzregel oder
- (2) auf die Gültigkeit der zugrundeliegenden Inferenzregel beziehen.

(a) BE: < Entscheidungsfrage > P?

SY: < Positive Antwort (mit abschwächender Hecke) >

BE: *Warum?*

Interpretation: Aufgrund welcher Schlußfolgerungen
kommst Du darauf (zu vermuten), daß P?

(b) BE: < Frage >

SY: < Rückfrage > X?

BE: *Warum?*

Interpretation: Warum hast Du die Frage X? gestellt?

(c) BE: < Frage > X?

SY: < Zurückweisung >

BE: *Warum?*

Interpretation: Warum hast Du die Frage X? zurückgewiesen?

Fig. 3

In HAM-RPM ist derzeit nur die erste Möglichkeit vorgesehen. Frage (4) in Fig. 1 müßte gemäß Interpretation (2) mit: Wenn x Teil von z ist, und z die Eigenschaft y hat, dann kann man annehmen, daß auch x die Eigenschaft y hat beantwortet werden. Diese Art der Beantwortung entspricht der Verbalisierung des nur eingeschränkt gültigen Schlusses von der Eigenschaft eines Objekts auf die Eigenschaft seiner Teile, der in der Wissensbasis von HAM-RPM als DEDUCE-Prozedur mit Hilfe der KI-Programmiersprache FUZZY dargestellt ist (vgl. (25)). Interpretation (2) wird im allgemeinen als unnatürlich empfunden.

Zu Schema (b) in Fig. 3: In der bestehenden Version von HAM-RPM ist diese Interpretation einer 'Warum'-Frage nur innerhalb von Klärungsdialogen vorgesehen, die vom System initiiert werden, wenn mehrere potentielle Referenzobjekte für eine in der eingegebenen Anfrage vorkommende Nominalphrase gefunden werden. Als Grund für die Rückfrage nennt das System die Anzahl der aufgrund simulierter visueller Suchprozesse und begrifflichen oder situationsabhängigen Wissens gefundenen möglichen Referenzobjekte (vgl. Satz (1) in Fig. 1).

In der derzeitigen Implementation wird dabei nur die erste der beiden folgenden Antwortmöglichkeiten berücksichtigt²:

- es wird der Zustand ausgegeben, der zu der Fragehandlung geführt hat (z.B. *Weil es drei davon gibt!*)
- es wird der Zustand angegeben, der durch die Fragehandlung angestrebt wird (z.B. *Damit ich weiß, worauf Du Dich beziehst!*)

Zu Schema (c) in Fig. 3: Ist in einer Anfrage des Benutzers eine Selektionsbeschränkung des Verbs verletzt, so weist das System die Anfrage zurück. In diesem Fall wird eine auf die Zurückweisung bezogene 'Warum'-Frage gemäß Schema (c) beantwortet. Wie bei der Interpretation einer 'Warum'-Frage nach Schema (b) so wird auch in diesem Fall die Beantwortung der 'Warum'-Frage von einem einfachen Algorithmus geleistet. Das System speichert die Instanziierung der verletzten Selektionsbeschränkung unmittelbar bei ihrer Erkennung und verbalisiert sie bei einer sich möglicherweise anschließenden 'Warum'-Frage.

Aufwendigere Algorithmen sind derzeit in HAM-RPM nur für den durch Schema (a) definierten Typ der 'Warum'-Frage vorgesehen. In den folgenden Abschnitten werden wir daher nur noch auf diesen Typ von 'Warum'-Frage eingehen. Dabei werden wir auch diejenigen 'Warum'-Fragen der Form *Warum* <Entscheidungsfrage> (z.B. *Warum ist die Schlüterstraße gesperrt?*) berücksichtigen, die eine Schema (a) entsprechende Interpretation haben. Auf solche 'Warum'-Fragen können, nachdem intern die Entscheidungsfrage beantwortet wurde, ausgewählte Teile der dabei aufgebauten Inferenzkette als Antwort ausgegeben werden.

6. Logisch adäquate und kommunikativ adäquate Antworten auf 'Warum'-Fragen

Für die in Abschnitt 5 mit Hilfe der Interpretation in Schema (a) von Fig. 3 eingeführte Klasse von 'Warum'-Fragen soll definiert werden, was unter einer Antwort auf eine solche Frage verstanden wird.

Sei R die Menge aller Inferenzregeln, die einem System zur Verfügung stehen. $SN-R_x$ sei die Menge aller Propositionen, durch die der Zustand der Diskurswelt zum Zeitpunkt x beschrieben ist. $SN-R_x$ entspricht in HAM-RPM

das referentielle Semantische Netz, das aus Repräsentationskonstruktionen für Propositionen wie *Das Auto vorne rechts ist grün* besteht. SN-B sei die Menge aller Propositionen, die unabhängig vom jeweiligen Zustand der Diskurswelt für wahr gehalten werden. SN-B entspricht in HAM-RPM das begriffliche Semantische Netz, das aus Repräsentationskonstruktionen für Propositionen wie *Rot, Gelb und Grün sind die Ampelfarben* besteht. $F_x = \text{SN-B} \cup \text{SN-R}_x$ sei das Faktenwissen zum Zeitpunkt x .

In den folgenden Definitionen wird die Adäquatheit von Antworten auf 'Warum'-Fragen in Relation zur Wissensbasis $W_x = R \cup F_x$ gesetzt. Damit wird der Tatsache Rechnung getragen, daß Antworten auf die gleiche 'Warum'-Frage je nach Wissensstand der befragten Person stark differieren können.

DEFINITION: Sei $I = \{I_1, \dots, I_n\}$ die Menge aller Ableitungswege für eine Proposition P . Jedes $I_i \in I$ habe die Form

$$I_i = (S_{i1} \xrightarrow{r_{i1}} S_{i2} \dots \xrightarrow{r_{im}} S_{i(m+1)} = P)$$

mit $S_{i1} \in F_x$ und $R_i = \{r_{i1}, \dots, r_{im}\} \subset R$.

Eine Antwort A auf die Frage *Warum P?* ist logisch adäquat $\Leftrightarrow A \in I$.

DEFINITION: Sei $T = \{T_1, \dots, T_m\}$ die Menge aller Teilableitungswege von I . Jedes $T_i \in T$ sei eine Menge von Inferenzschritten und habe die Form:

$$T_i = \{S_{ix} \xrightarrow{r_{ia}} S_{ix+1}, \dots, S_{iy} \xrightarrow{r_{iz}} S_{iy+1}\}$$

wobei jedes $t \in T_i$ eine Teilkette von I_i ist. Damit gilt auch $\{r_{ia}, \dots, r_{iz}\} \subset R_i$. $IT \subset T$ sei die Menge aller Teilableitungswege, die bezüglich des Gesprächspartners für informativ gehalten werden.

Eine Antwort A auf die Frage *Warum P?* ist kommunikativ adäquat $\Leftrightarrow A \in IT$.

IT muß noch operational definiert werden. In HAM-RPM wird dabei vereinfachend von folgendem Modell ausgegangen: Aus der Menge der möglichen Ableitungswege wird nur derjenige berücksichtigt, welcher innerhalb eines Inferenzprozesses als erster gefunden wird. Mit jeder Inferenzregel in der

Wissensbasis ist eine reelle Zahl aus dem Intervall $[0,1] \subset \mathbb{R}$ als Metawissen assoziiert, die als subjektiv empfundene Informativität oder 'Trifftigkeit' (vgl. (25)) dieser Schlußregel interpretiert wird. IT enthält dann jeweils die Teilketten aus T, deren Informativität maximal ist. Bei der Verarbeitung iterierter 'Warum'-Fragen wird T um bereits verbalisierte Teilketten vermindert, so daß sich auch IT verändert.

In diesem Modell wird noch nicht berücksichtigt, daß die Informativität einer Antwort vom bisherigen Dialogverlauf und dem Vorwissen des Fragenden abhängt. Um gezielter kommunikativ adäquate Antworten aus der Menge logisch adäquater Antworten bilden zu können, müßte dem System das Vorwissen des menschlichen Dialogpartners in einem Teil der Wissensbasis als Partnermodell (vgl. (4)) zur Verfügung gestellt werden.

7. Zurückweisungen von 'Warum'-Fragen

Verbale Reaktionen auf die in Abschnitt 6 betrachtete Klasse von 'Warum'-Fragen, die nach den dort eingeführten Definitionen keine Antworten sind, bezeichnen wir als 'Erwiderungen'. Da in KI-Systemen meist erfolgsorientiertes Kommunizieren simuliert wird, brauchen Erwiderungen wie *Das verstehen Sie nicht?* oder *Frag mich nicht!*, durch die eine verlangte Begründung verweigert wird, hier nicht berücksichtigt zu werden. Dagegen treten Zurückweisungen von Anfragen, z.B. aufgrund von in einer frühen Verarbeitungsphase erkannten Präsuppositionsverletzungen häufig auf, da einerseits in anwendungsorientierten Systemen unnötige Verarbeitungszeiten für fehlerhafte Eingaben vermieden werden sollen, und es andererseits zur Simulation von intelligentem Sprachverhalten gehört, daß der Dialogpartner sofort auf Schwierigkeiten bei der Verarbeitung seiner Frage hingewiesen wird.

Unter Verwendung der in Abschnitt 6 eingeführten Begriffe können die in Fig. 4 dargestellten Arten von Zurückweisungen der Frage *Warum P?* unterschieden werden (vgl. (2); dort wird eine ähnliche Klassifikation anders hergeleitet).

- (a) Bedingung: $\neg P$ ist in der Wissensbasis gespeichert oder ableitbar
 Beispiel: BE: *Warum ist die Schlüterstraße gesperrt?*
 SY: *Die Schlüterstraße ist nicht gesperrt.*
- (b) Bedingung: $P \in \text{SN-B}$
 Beispiel: BE: *Warum sind Rot, Gelb und Grün die Ampelfarben?*
 SY: *Das ist bekanntlich immer so.*
- (c) Bedingung: $P \in \text{SN-R}_x$
 Beispiel: BE: *Warum ist das Auto vorne rechts grün?*
 SY: *Das ist eben so.*

Fig. 4

Fig. 5 bietet eine zusammenfassende Übersicht zu den unterschiedlichen Formen von Antworten und Erwiderungen als Reaktionen auf die Frage *Warum P?*. Dabei wird auch die Möglichkeit berücksichtigt, daß Information über den Inferenzweg, der zu einer Proposition P führte, als Ableitungsverweis in der Wissensbasis mit der Proposition P assoziiert ist. Die Menge aller Ableitungsverweise bildet in den KI-Systemen AMORD (17), ARS (22) und TMS (8) ein Dependenznetz, aus dem alle Inferenzwege rekonstruiert werden können.

| P gespeichert oA | P gespeichert mA | P ableitbar | ¬P gespeichert oA | ¬P gespeichert mA | ¬P ableitbar | REAKTIONEN AUF DIE FRAGE 'WARUM P' |
|------------------|------------------|-------------|-------------------|-------------------|--------------|---|
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Das ist eben (bekanntlich immer) so.</i> |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | Ableitungsverweise verbalisieren |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | Teile der Inferenzkette verbalisieren |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | Zurückweisung ohne Begründung |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | Zurückweisung mit Begründung |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | <i>Darüber kann ich nichts sagen.</i> |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | Inkonsistenz der Wissensbasis |
| • | • | • | • | • | • | |
| • | • | • | • | • | • | |

mA $\hat{=}$ mit Ableitungsverweis

oA $\hat{=}$ ohne Ableitungsverweis

Fig. 5

8. Die Auswahl einer kommunikativ adäquaten Antwort bei Mehrfachableitungen

Bisher haben wir das Problem der Auswahl einer kommunikativ adäquaten Antwort aus einer Menge möglicher Antworten auf eine 'Warum'-Frage dadurch vereinfacht, daß wir im Gegensatz zur allgemeinen Definition in Abschnitt 6 stets nur einen der möglichen Ableitungswege für eine bestimmte Konklusion betrachtet haben.

Antworten auf 'Warum'-Fragen können dann durch einen Algorithmus mit folgenden drei Hauptkomponenten generiert werden:

- 1) der einer Antwort zugrundeliegende Inferenzprozeß wird in Form eines linearisierten Zielbaums in einem als Inferenzgedächtnis bezeichneten Teil der Wissensbasis gespeichert. Information über den Wahrheitswert der Prämissen und der abgeleiteten Konklusion und über den Informativitätswert der Inferenzregel sowie eine Angabe zur eindeutigen Zuordnung des Zielbaums zu der Frage, die den Inferenzprozeß auslöste, wird jeweils zusammen mit den einzelnen Teilzielbäumen im Inferenzgedächtnis abgelegt.
- 2) Das Fragewort *Warum* löst einen Suchprozeß aus, der aus der Menge der während eines Dialogs gespeicherten Zielbäume denjenigen bestimmt, auf den sich die Frage bezieht. In diesem Zielbaum wird dann nach einer Teilinferenzkette mit maximalem Informativitätswert gesucht, wobei im Fall von iterierten 'Warum'-Fragen bereits verbalisierte Teilketten übergangen werden.
- 3) Der in 2) ausgewählte Teilzielbaum wird in eine natürlichsprachliche Oberflächenstruktur überführt.

Im folgenden werden zwei Typen von Inferenzen diskutiert, bei denen es sinnvoll wird, mehrere alternative Ableitungswege für eine Konklusion zu betrachten. Es werden heuristische Kriterien angegeben, aufgrund derer aus einer Menge von alternativen Ableitungswegen derjenige bestimmt werden kann, der am besten als Ausgangspunkt für die weitere Suche nach einer kommunikativ adäquaten Antwort auf eine 'Warum'-Frage geeignet ist.

Approximative Inferenzen bei vagem Wissen

In Alltagssituationen werden häufig Inferenzregeln verwendet, die nur abgeschwächte Implikationen darstellen. Bei der Anwendung solcher approximativer Inferenzen auf meist nur partiell erfüllte Prämissen muß der subjektive Wahrheitswert des Inferenzergebnisses entsprechend eingeschränkt werden (vgl. (24)). Wenn sich ein Inferenzergebnis zusätzlich auf weiteren Inferenzwegen unter Verwendung anderer Prämissen ableiten läßt, so erhöht sich der subjektive Wahrheitswert der Konklusion entsprechend. Dieses Inferenzverhalten kann mit Hilfe der F-Logik (engl.: fuzzy logic) modelliert und durch Und/Oder-Graphen dargestellt werden (vgl. Fig. 6). Bei der

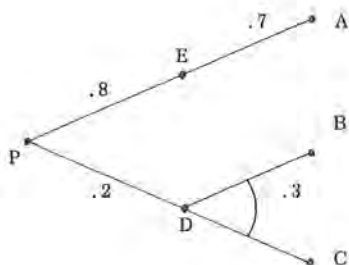


Fig. 6

Generierung einer kommunikativ adäquaten Antwort auf die Frage *Warum P?* muß bei dem in Fig. 6 dargestellten Schema eines Inferenzprozesses eine der Inferenzketten $A \stackrel{.7}{\Leftarrow} E \stackrel{.8}{\Leftarrow} P$ und $B \wedge C \stackrel{.3}{\Leftarrow} D \stackrel{.2}{\Leftarrow} P$ für die weitere Suche ausgewählt werden. Eine plausible Heuristik ist dabei die Wahl derjenigen Inferenzkette, welche den höchsten Beitrag zu dem durch Kombination der einzelnen Inferenzergebnisse entstandenen Wahrheitswert der Konklusion leistet. Falls die Prämissen A, B und C in Fig. 6 uneingeschränkt gültig sind, ergibt sich aufgrund dieser Heuristik $A \stackrel{.7}{\Leftarrow} E \stackrel{.8}{\Leftarrow} P$ als Basis für eine Antwort. Gemäß dem oben beschriebenen Schritt 2) wird dann innerhalb dieser Inferenzkette nach einer Teilkette mit maximaler Informativität gesucht.

Hypothetische Inferenzen bei unvollständigem Wissen

In Alltagssituationen verfügt eine befragte Person oft nur über unvollständiges Wissen über einen bestimmten Sachverhalt. Um bestimmte Fragen trotzdem beantworten zu können, muß der Befragte häufig hypothetische Inferenzen durchführen. Dabei wird oft von Annahmen ausgegangen, die sich lediglich darauf stützen, daß es aufgrund mangelnden Wissens nicht möglich ist, die Verneinung der einer Annahme zugrundeliegenden Proposition zu beweisen. Solche Annahmen sind eine typische Form von nicht-monotonem Wissen (vgl. (8)), da es jederzeit möglich ist, daß sie aufgrund neu hinzukommenden Wissens oder aufgrund eines während des Inferenzprozesses erkannten Widerspruchs zurückgenommen werden müssen. Hypothetische Inferenzen können im Rahmen einer nicht-monotonen Logik modelliert werden (vgl. (8)). Wenn Inferenzergebnisse in starkem Maße auf unsicheren Annahmen beruhen, ist es zweckmäßig, sich alternative Ableitungswege (vgl. Fig. 7), die wäh-

rend des Inferenzprozesses gefunden werden, zu merken, da sich einige der Ableitungswege später als nicht valide erweisen können. Bei der Generierung einer kommunikativ adäquaten Antwort auf eine 'Warum'-Frage ergibt sich dann allerdings wieder das Problem der Auswahl einer Inferenzkette.

Bei dieser Auswahl ist es eine plausible Heuristik, sich stets für die kürzeste Inferenzkette zu entscheiden (z.B. in Fig. 7: $A \Rightarrow P$).

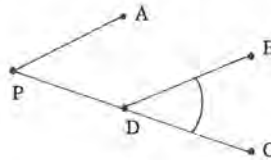


Fig. 7

An dieser Stelle soll betont werden, daß die skizzierten Algorithmen zur Beantwortung von 'Warum'-Fragen - auch wenn sie, wie zuletzt diskutiert, im Kontext der F-Logik oder der nicht-monotonen Logik arbeiten - nur erste, noch sehr stark eingeschränkte Ansätze zur Formalisierung von Alltagswissen und komplexem menschlichem Problemlöseverhalten sind, die mit dem Ziel verfolgt werden, Aspekte intelligenten Verhaltens auf Rechenanlagen zu simulieren und für praktische Anwendungen verfügbar zu machen.

9. Ausblick: Das Dialogsystem stellt 'Warum'-Fragen

In den vorangegangenen Abschnitten wurden ausschließlich Dialogsequenzen betrachtet, in denen ein KI-System 'Warum'-Fragen eines Benutzers/Bearbeiters beantwortet. In diesem abschließenden Abschnitt soll darauf hingewiesen werden, daß in KI-Systemen auch die Simulation von Dialogsequenzen wie:

BE: <Frage>

SY: *Warum willst Du das wissen?*

zweckmäßig sein kann. Antworten auf solche 'Warum'-Fragen enthalten oft wichtige Hinweise über die Intention des Fragestellers. Die Information kann

dann die vom System bei der Antwortsuche verfolgte Strategie beeinflussen oder als Entscheidungshilfe bei der in Abschnitt 8 dargestellten Auswahl einer kommunikativ adäquaten Antwort dienen. Antworten auf 'Warum'-Fragen des Systems werden m.W. bisher in keinem KI-System dazu benutzt, treffendere Antworten auf Anfragen des Benutzers zu finden. Eine Dialogsequenz wie:

BE: *Warum P?*

SY: *Warum willst Du das wissen?*

zeigt aber, daß die Auswertung von Antworten auf 'Warum'-Fragen des Systems ein erster Schritt zur Beseitigung des wesentlichen Defekts aller für die Beantwortung von 'Warum'-Fragen in der KI bisher vorgeschlagenen Verfahren ist. Der Defekt besteht darin, daß die Intention des Fragestellers beim Prozeß der Antwortsuche kaum berücksichtigt wird.

ANMERKUNGEN

- ¹ In mehreren anderen KI-Systemen sind die Voraussetzungen für eine Integration von 'Warum'-Fragen gegeben. So könnten einige 'Warum'-Fragen z.B. in einer Version von PLIDIS, in der die Antwortsuche von einem Theorembeweiser durchgeführt wird, auf eine nachträgliche Auswertung des Deduktionsgangs zurückgeführt werden (vgl. (7), S. 46).
- ² Diese beiden Möglichkeiten bestehen für alle Sprechaktsequenzen, die Schema (b) genügen. In MYCIN und PROSPECTOR (vgl. Fig. 2) wird stets nur die zweite Antwortmöglichkeit verwendet.

LITERATUR

- Åqvist, L. (1975): A new approach to the logical theory of interrogatives: Analysis and formalization, 2. erw. Aufl. Tübingen. (1)
- Bromberger, S. (1966): Why-questions, in: Colodny, R. (Ed.): Mind and Cosmos, Pittsburg, pp. 86-111. (2)
- Charniak, E. (1976): Inference and knowledge I, II, in: Charniak, E./Wilks, Y. (Eds.): Computational Semantics, Amsterdam, pp. 1-21, 129-154. (3)
- Cohen, P.R. (1978): On knowing what to say: Planning speech acts, Toronto. (= Univ. of Toronto, Dept. of Computer Science, Technical Report No. 118.) (4)

- Conrad, R. (1978): Studien zur Syntax und Semantik von Frage und Antwort, Berlin, (= Studia Grammatica XIX,) (5)
- Davis, R. (1976): Applications of meta level knowledge to the construction, maintenance and use of large knowledge bases, Stanford. (= Stanford Univ., Dept. of Computer Science, Report STAN-CS-76-562.) (6)
- Dilger, W. (1976): Ein Frage-Antwort-System auf der Basis einer prädikatenlogischen Sprache, in: Lausch, J./Schneider, H.-J. (Eds.): Dialoge in natürlicher Sprache und Darstellung von Wissen, Freudenstadt, S. 31-50. (7)
- Doyle, J. (1978): Truth maintenance systems for problem solving, Cambridge, Mass. (= MIT AI-Lab., Report AI-TR-419.) (8)
- Egli, U./Schleicher, H. (1976): A bibliography on the theory of questions and answers, in: Linguistische Berichte 41, S. 105-128. (9)
- Ficht, H. (1978): Supplement to a bibliography on the theory of questions and answers, in: Linguistische Berichte 55, S. 92-114. (10)
- Freeman, C. (1976): A pragmatic analysis of tenseless why-questions, in: Mufwene, S.S./Walker, C.A./Steeuer, S.B. (Eds.): Papers of the twelfth regional meeting of the Chicago Linguistic Society, Chicago, pp. 208-219. (11)
- Hahn v., W./Jameson, A./Hoepfner, W./Wahlster, W. (1978): HAM-RPM: Natural dialogues with an artificial partner, in: Proc. of the AISB/GI Conference on Artificial Intelligence, Hamburg, pp. 122-131 (auch erschienen als: Bericht Nr. 3 der Projektgruppe 'Simulation von Sprachverstehen', Univ. Hamburg, Germanisches Seminar, Feb. 1978). (12)
- Hahn v., W. (1979): Probleme der Simulationstheorie und Fragepragmatik bei der Simulation natürlichsprachlicher Dialoge, in: Ueckert, H./Rhenius, D. (Eds.): Komplexe menschliche Informationsverarbeitung. Beiträge zur Tagung 'Kognitive Psychologie' in Hamburg. Bern, S. 260-269 (auch erschienen als: Bericht Nr. 6 der Projektgruppe 'Simulation von Sprachverstehen', Univ. Hamburg, Germanisches Seminar, Mai 1978). (13)
- Hart, P.E./Duda, R.O. (1977): PROSPECTOR - A computer-based consultation system for mineral exploration, Stanford. (= Stanford Research International, AI Center, Technical Note 155.) (14)
- Heringer, H.J. (1974): Praktische Semantik, Stuttgart. (15)
- Heringer, H.J./Ohlschläger, G./Strecker, R./Wimmer, R. (1977): Einführung in die Praktische Semantik, Heidelberg. (16)
- Kleer de, J./Doyle, J./Steele, G.L./Sussman, G.J. (1977): AMORD - Explicit control of reasoning, in: Proc. of the Symposium on Artificial Intelligence and Programming Languages, S. 116-125. (= SIGART Newsletter 64.) (17)
- Lehnert, W. (1977): Human and computational question answering, in: Cognitive Science, Vol. 1, No. 1, pp. 47-73. (18)
- Nagel, H.-H. (1977): Analysing sequences of TV-frames: System design considerations, Hamburg. (= Univ. Hamburg, Fachbereich für Informatik, Bericht IFI-HH-B-33/77.) (19)
- Sacerdoti, E.D. (1977): A structure for plans and behavior, New York, N.Y. (20)

- Scott, C.A./Clancey, A./Davis, R./Shortliffe, E.H. (1977): Explanation capabilities of production-based consultation systems, in: *American Journal of Computational Linguistics*, Microfiche 62. (21)
- Stallman, R.M./Sussman, G.J. (1977): Forward reasoning and dependency-directed backtracking in a system for computer-aided circuit analysis, in: *Artificial Intelligence* 9, pp. 135-196. (22)
- Teller, P. (1974): On why-questions, in: *Nous* 8, pp. 371-380. (23)
- Wahlster, W. (1977): Die Repräsentation von vagem Wissen in natürlich-sprachlichen Systemen der Künstlichen Intelligenz, Hamburg. (= Univ. Hamburg, Fachbereich für Informatik, Bericht IFI-HH-B-38/77.) (24)
- Wahlster, W. (1979): Die Simulation vager Inferenzen auf unscharfem Wissen: Eine Anwendung der mehrwertigen Programmiersprache FUZZY, in: Ueckert, H./Rhenius, D. (Eds.): *Komplexe menschliche Informationsverarbeitung, Beiträge zur Tagung 'kognitive Psychologie'* in Hamburg, Bern, S. 249-259 (auch erschienen als: Bericht Nr. 5 der Projektgruppe 'Simulation von Sprachverstehen', Univ. Hamburg, Germanisches Seminar, Mai 1978). (25)
- Wahlster, W./Jameson, A./Hoepfner, W. (1978): Glancing, referring and explaining in the dialogue system HAM-RPM, Hamburg. (= Bericht Nr. 7 der Projektgruppe 'Simulation von Sprachverstehen', Univ. Hamburg, Germanisches Seminar, Juli 1978.) (26)
- Wilks, Y. (1977): What sort of taxonomy of causation do we need for language understanding?, in: *Cognitive Science*, Vol. 1, No. 3, pp. 235-264. (27)
- Winograd, T. (1972): *Understanding natural language*, New York, N.Y. (28)
- Wright v., G.H. (1974): *Erklären und Verstehen*, Frankfurt/M. (29)
- Wunderlich, D. (1976): *Fragesätze und Fragen*, in: Wunderlich, D.: *Studien zur Sprechakttheorie*, Frankfurt/M., S. 181ff. (30)

